



报告日期：2020年8月13日

光伏行业研究框架

行业评级：

重点公司评级：无

风险因素

行业指数走势



相关报告

电力能源 行业研究员：国汉芬
执业编号：S0990511040001
电 话：010-58381548
E-mail: guofh@ydzq.sgc.com.cn

报告概要：

一、行业发展逻辑：

- 1) 既定时段的装机需求由政府扶持力度决定，而长期行业空间则是由技术进步带来的。
- 2) 在光伏行业过去20年的发展历程中，政府扶持政策是行业需求的最重要推动力。
- 3) 产业竞争带动了技术的快速更迭；技术进步推动了产业链成本的下降，进一步推动需求的增加。

二、投资策略：

- 1、今年国外装机量可能因为疫情原因不及预期，但是长期看产业链成本下降将带来高电价地区的需求增长。
- 2、国内今年装机可能达到40GW，上半年受疫情影响建设规模相对较小，预计下半年光伏建设将加速。
- 3、产业链方面，当前单晶硅片和PERC电池方面的龙头企业未来两年将持续受益产品渗透率的提高。
- 4、建议关注：（1）电站运营商受益于低利率环境和低弃光率；（2）储能行业在未来光伏、风电发展中将起到至关重要的作用。

风险提示：海外需求不及预期，行业竞争激烈。

目录

一、世界光伏产业发展历程	5
1.1、行业技术发展	5
1.1.1、工作原理	5
1.1.2、行业技术发展	5
1.2、产业发展	7
1.2.1、航天应用时代（1954-1996 年）	8
1.2.2、欧美补贴，光伏产业高速发展（1997-2012）	9
1.2.3、产业转移，亚洲崛起（2013 年--）	10
二、从中国的产业成长历程看行业发展规律	12
2.1、上游爆发，需求萌芽（2000-2008 年）	13
2.1.1、硅料价格暴涨，国内企业开始大量介入	13
2.1.2、《可再生能源法》颁布，国内市场开始启动	14
2.2、政策启动，遭遇“双反”（2009-2012 年）	15
2.2.1、政府开始扶持产业，“金太阳示范工程”出台	15
2.2.2、产业链快速崛起，遭遇“双反”	16
2.3、装机登顶，产业领先（2013-2020）	17
2.3.1、“固定电价”政策开启产业黄金时代	17
2.3.2、补贴渐渐退出，向平价上网过度	19
2.3.3、产业向中国转移，领先全球	20
三、行业分析框架	22
3.1、产业政策是决定装机需求的核心因素	22
3.2、技术进步和产业竞争决定产业链长期供需空间	24
3.3、自然条件、融资环境、电网消纳能力等也是构成产业发展的重要因素	25
四、供给要素分析	26
4.1、产业链概况	26
4.2、硅料短期供不应求	27
4.3、单晶硅片快速占领市场	29
4.4、电池以及组件：PERC 为王	30
五、行业需求展望	32
5.1、可再生能源是长期能源供应的最佳选择	32
5.2、成本优势决定了光伏发电是最有潜力的未来能源之一	33
5.3、海外需求旺盛，疫情后将恢复增长	33
5.4、2020 年国内装机有望达到 40GW	35
六、行业投资策略	36

图表目录:

图表 1: 太阳能电池的光生伏特效应	5
图表 2: PN 结内部示意图	5
图表 3: 太阳能电池转化效率演化	7
图表 4 : 新型高效电池要素比较	7
图表 5: 美国人造卫星“先锋一号”	8
图表 6: 空间器太阳能电池系统	8
图表 7: 2012 年前欧洲是全球太阳能开发的核心区域（安装量: MW）	9
图表 8: 2005-2010 欧洲光伏装机占全球主要份额（MW）	10
图表 9: 2005-2010 欧洲引领全球光伏装机增长（%）	10
图表 10: 欧洲各国安装量增速（%）	10
图表 11: 欧洲安装量占全球比例迅速下滑（MW）	10
图表 12: 中国多晶硅产量 2007 年开始急速增长	11
图表 13: 美国太阳能电池市场价在 2009 年后快速下降.....	11
图表 14: 中、日、印装机激增（MW）	11
图表 15: 中国成为全球电站开发最大的国家（MW）	11
图表 16: 中国光伏产业化发展历程重要事件图谱	12
图表 17: 2003-2009 年多晶硅价格变化情况（美元/kg）	13
图表 18: 中国光伏产品出口（2004-2009 年）	13
图表 19: 中国多晶硅产量（2000-2008）	14
图表 20: 中国多晶硅产能占全球比重（%）	14
图表 21: 2005-2007 年国家新能源扶持政策	14
图表 22: 1997-2008 年中国光伏装机量（MW）	15
图表 23: 光电建筑和金太阳工程项目建设情况	15
图表 24: “金太阳”工程使中国装机量快速上升.....	16
图表 25 : 2011 年全球装机依然高速增长（MW）	16
图表 26: 中国硅料市场份额快速上升	16
图表 27: 2011-2012 年多晶硅需求下降，中国企业抢占市场	17
图表 28: 多晶硅价格持续下跌	17
图表 29: 2012 -2017 年国家光伏产业扶持政策	18
图表 30: 中国光伏装机量快速增长	19
图表 31: 中国年度装机量占全球比例	19
图表 32: 2018-2020 年国家光伏产业相关政策	19
图表 33: 中国光伏装机量快速增长	20
图表 34: 中国年度装机量占全球比例	20
图表 35: 中国多晶硅产量逐年增加	21
图表 36: 中国企业在光伏产业链各个环节份额领先	21
图表 37: 中国多晶硅产量及增速	21
图表 38: 中国硅片产量及增速	21
图表 39: 中国电池片产量及增速	21
图表 40: 中国组件产量及增速	21
图表 41: 光伏行业研究框架	22
图表 42: 扶持政策与产业发展	23
图表 43: 新增光伏电站月度容量增速	24
图表 44: 多晶硅价格第一轮暴跌（美元/kg）	25
图表 45: 多晶硅价格第二轮暴跌（元/kg）	25
图表 46: 全国各省 2019 年光伏发电利用小时数（小时/年）	26
图表 47: 光伏产业链简单示意图	26
图表 48: 光伏产业链环节以及相关上市公司	27
图表 49: 我国多晶硅产量快速增长	28
图表 50: 多晶硅进口	28
图表 51: 2020 年多晶硅企业的现金成本和产能估测	28



图表 52: 中国多晶硅产业市场份额不断扩大	29
图表 53: 硅料价格近期快速反弹	29
图表 54: 2019 年我国硅片产量高达 134.6GW	29
图表 55: 单晶硅片倒逼多晶硅片价格下跌	30
图表 56: 隆基、中环等单晶硅片产能快速扩张	30
图表 57: 晶硅光伏组件现货价格（美元/瓦）	31
图表 58: 行业主要公司 PERC 产能及计划产能（GW）	31
图表 59: 国内 HIT 电池投资建设情况	32
图表 60: 彭博预测 2050 年风、光将占电力供应的 48%	33
图表 61: 光伏发电成本十年下降 82%	33
图表 62: 2019 年欧洲光伏装机高速增长（MW）	34
图表 63: 2020 年 1-5 月光伏组件出口好于预期（MW）	34
图表 64: 欧盟国家光伏发展目标	35

一、世界光伏产业发展历程

1.1、行业技术发展

1.1.1、工作原理

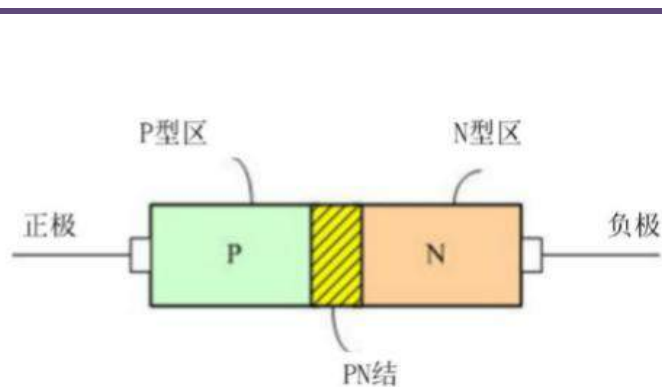
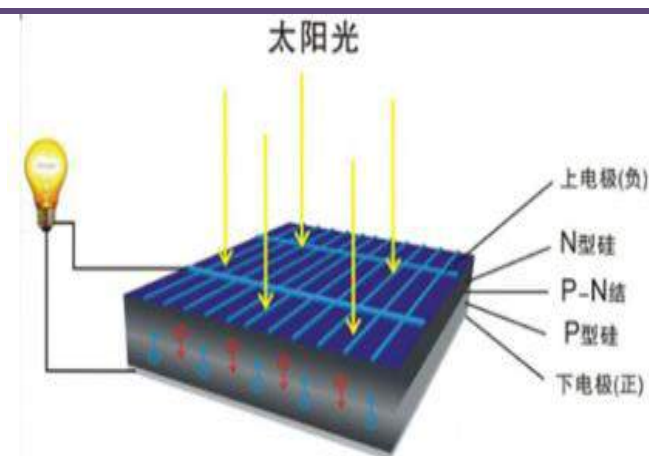
光伏发电的基本原理是利用半导体的光生伏特效应（Photovoltaic Effect, PV）。所谓光生伏特效应就是当物体受到光照时，物体内的电荷分布状态发生变化而产生电动势和电流的一种效应。

在晶体硅中掺入某些元素（例如：磷或硼等），从而在材料的分子电荷里造成永久的不平衡，形成半导体PN结，当太阳光或其他光照射半导体的PN结时，就会在PN结的两边出现电压，从而将太阳能转换为电能。

把能量加到特定半导体材料中会导致电子脱离其共价键并离开原子，电子离开会产生一个空穴，也即电子--空穴对，这些电子会自由流动寻找其他空穴，从而产生电流。一个由P型和N型半导体材料组成的半导体器件，P型与N型半导体材料相互结合的部分（过渡区）称为PN结。将纯硅与磷原子混合起来，只需很少的能量即可使磷原子的电子逸出，参有磷原子的硅被成为N型（“n”表示负电），参有硼原子的硅容易形成电子空穴，被称为P型硅。光照射PN结，使p区带正电，N区带负电，在N区和P区之间的薄层就产生电动势。

图表 1：太阳能电池的光生伏特效应

图表 2：PN 结内部示意图



数据来源：公开资料，英大证券研究所

数据来源：公开资料，英大证券研究所

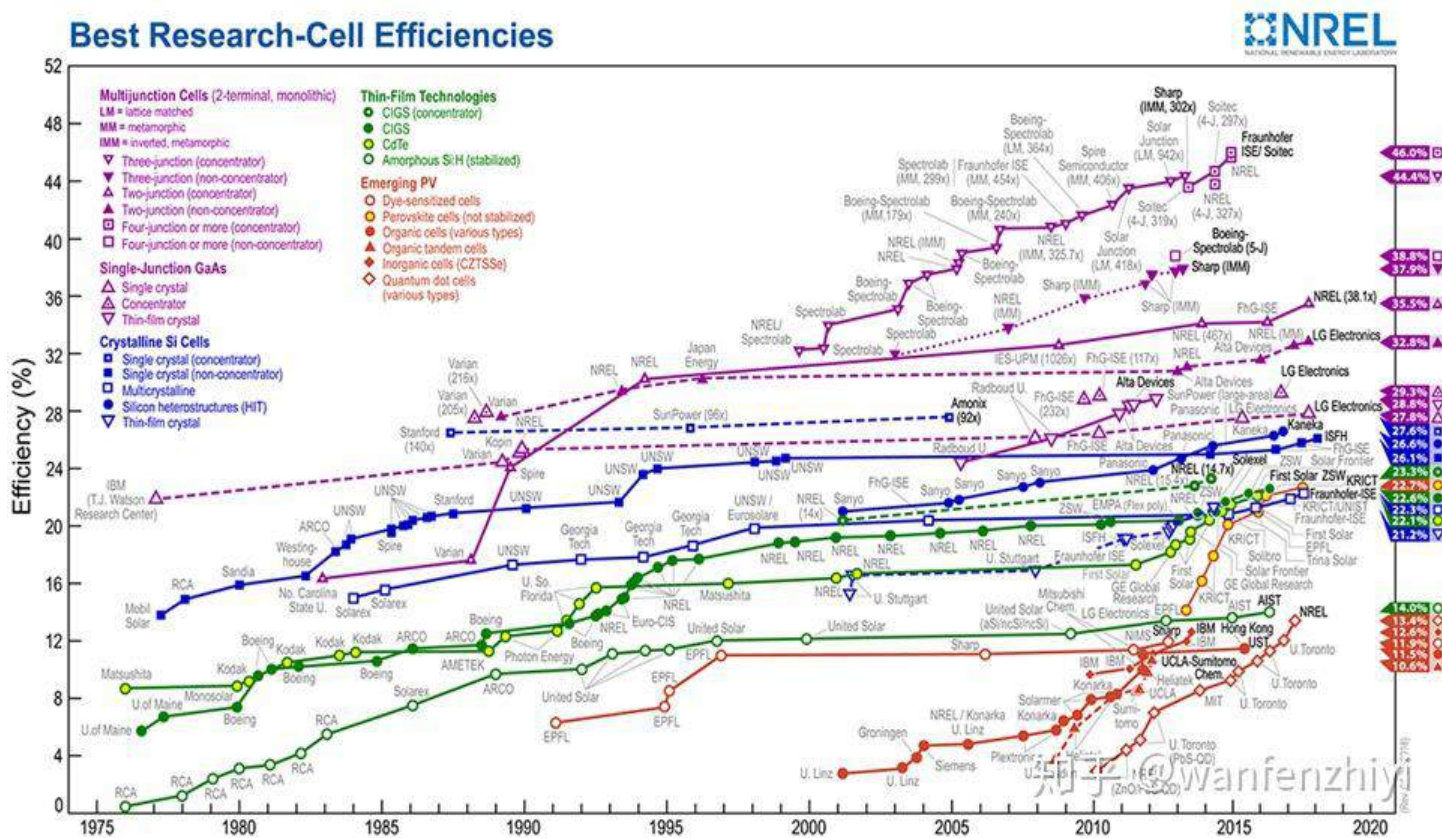
1.1.2、行业技术发展

1839年，法国物理学家A.E.贝克勒尔意外地发现，用两片金属浸入溶液构成的伏打电池受到阳光照射时会产生额外的伏打电势，他把这种现象称为光生伏打效应。1877年W.G.Adams和R.E.Day制作了第一片硒太阳能电池；1954年贝尔(Bell)实验室研制成功单晶硅太阳能电池，效率达到6%；1959年第一个商业化单晶硅太阳能电池在Hoffman被实现。自此光伏行业进入产业应用的大时代。

- ✚ 1839年法国科学家E.Becquerel发现金属液体中的“光生伏打”效应。
- ✚ 1877年W.G.Adams和R.E.Day研究了硒(Se)的光伏效应，并制作了第一片硒太阳能电池。
- ✚ 1883年美国发明家charlesFritts描述了第一块硒太阳能电池的原理。
- ✚ 1918年波兰科学家Czochralski发展生长单晶硅的提拉法工艺。
- ✚ 1930年朗格首次提出用“光伏效应”制造“太阳电池”。
- ✚ 1941年奥尔在硅上发现光伏效应。
- ✚ 1954年贝尔(Bell)实验室研制成功单晶硅太阳能电池，效率达到6%。
- ✚ 1955年Hoffman电子推出效率为2%的商业太阳能电池产品
- ✚ 1959年Hoffman实现了可商业化单晶硅电池效率达到10%，在电池上首次使用栅线电极。
- ✚ 1962年第一个商业通讯卫星Telstar发射，所用的太阳能电池功率14W。
- ✚ 1963年Sharp公司成功生产光伏电池组件。
- ✚ 1977年D.E.Carlson和C.R.Wronski制成世界上第一个非晶硅(a-Si)太阳能电池。
- ✚ 1985年新南威尔士大学MartinGreen研制出效率达到20%的单晶硅电池。
- ✚ 2012年新南威尔士大学研制的PERL电池效率达到了24.7%。

德国2000年颁布了《可再生能源法》，并于2003年出台光伏电度补贴政策，太阳能发电产业自此进入高速发展时期。伴随产业发展，产业链各个环节进入了快速的技术更迭期。各类半导体材料不断被应用，包括硅基电池（单晶硅太阳能电池和多晶硅太阳能电池）和非硅基电池（非晶硅（a-Si）、铜铟镓硒（CIGS）、碲化镉（CdTe）和砷化镓（GaAs））；生长工艺不断完善（CZ直拉法、FZ浮区生长法）、制备技术也不断进步（栅线电极、选区发射等）；光伏电池的光电转换效率不断提升。2020年美国国家可再生能源实验室（NREL）研究出了迄今为止世界上最高效的太阳能电池，最高能量转换效率达到了47.1%。

图表 3：太阳能电池转化效率演化



数据来源：NREL，英大证券研究所

硅基太阳能电池原料易制备、成本优势大，价格不断下降，成为近二十年来光伏电站应用的主导半导体材料，长期占据90%以上市场，并且份额越来越高。晶硅电池的理论极限速度为30%，目前主流的高效电池种类有PERC、TOPCon、HIT、IBC、HBC等技术工艺，PERC、HIT、TOPCon 电池的理论极限效率分别为 24.5%、27.5%、28.7%，截止2019年 PERC、HIT、TOPCon 电池的最高研发效率分别为 24.06%、25.11%、25.70%，平均量产效率分别为22.5%、23.7%、23.5%。截至2019年底，PERC因其成本优势占据65%的市场份额。

图表 4：新型高效电池要素比较

产品类型	研发效率	量产效率	资本支出和成本
PERC	24.06%（隆基）	22.3%~22.5%	当前兼顾高效和低成本最佳选择
TOPCon	25.7% （Fraunhofer）	23.3%~23.6%	设备投资较 PERC 增加 20-30%； 技术、材料、设备成熟度高
HIT	25.11%（汉能）	23.5%~24%	设备投资是 PERC 的 2-4 倍；耗材 成本较高
IBC	25.04% （Trina Solar）	23.5%~24%	高成本
HBC	26.6%（Kaneka）	NA	处于研发中试

数据来源：Laplace，英大证券研究所

1.2、产业发展

太阳能电池作电源使用的历史中，早期受限于成本，主要作为独立电源系统用于航天器等特殊应用领域。21世纪初，欧、美、日等发达国家开始大规模补贴光伏发电环节，地面并网光伏电站开始大规模建设，产业链各环节的技术水平迅速进步，效率提升，成本下降。2009年后，中国的光伏电站建设迅速崛起，引领行业需求。近年来印度开始成为新兴电站开发大国。IEA等国际能源机构预测，2040-2050年可再生能源发电将成为主要供电来源，可能占到总供电的50%，其中光伏发电是主要来源。

1.2.1、航天应用时代（1954-1996年）

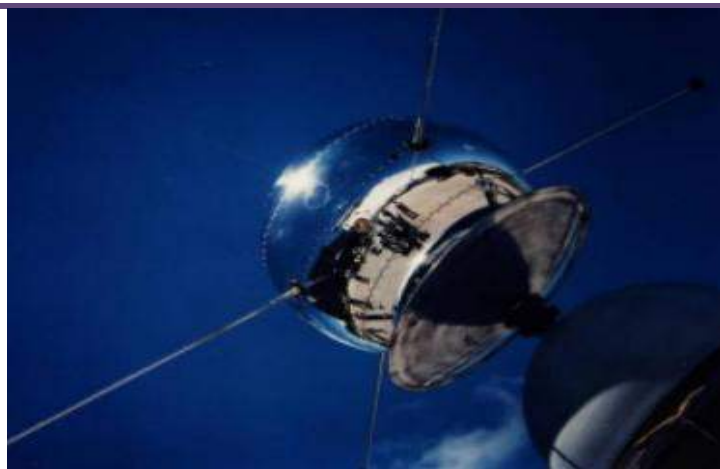
第一片太阳能电池1877年被制成，第一块单晶硅电池1954年面世，第一个商业化单晶硅电池在1959年实现。1954年贝尔实验室开发出效率6%的单晶硅电池被认为是现代太阳能时代的开始。

早期太阳能电池成本高，主要应用在特定领域，其中空间领域应用最为广泛，航天器上的电源要求质量轻、寿命长、能承受宇宙中的复杂环境，晶硅太阳能电池能满足上游需求。中国在开始发展太阳能产业的时候，也将研究重点放在了空间应用上面。

1958年，美国的“先锋一号”人造卫星成为了世界上第一个使用太阳能电池供电的卫星。在随后20多年里，晶硅太阳能电池在空间应用不断扩大。这一时期世界光伏发电累积装机容量只有30MW左右，主要用作特殊场合下的独立电源系统。

从80初期到90年代末期，能源危机引发了各国对传统能源供应的担忧，发达国家纷纷制定了光伏行业发展计划。在政府支持的推动下，光伏产业各环节的制造技术开始快速提升，太阳能转换效率不断提高，开始在地面场景得到应用。但是同样受限于过高的成本，太阳能发电基本都是离网系统，未能广泛应用做普通工商、民用能源，总体规模不大。

图表 5：美国人造卫星“先锋一号”



图表 6：空间器太阳能电池系统

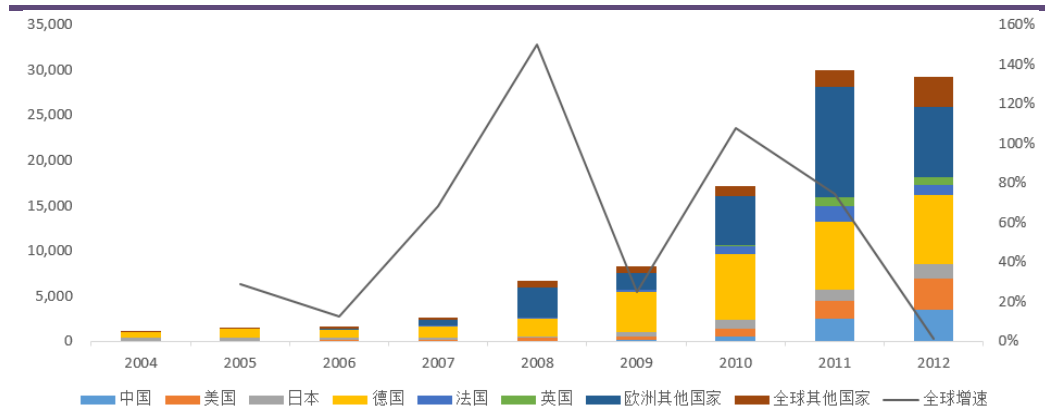


数据来源：公开资料整理，英大证券研究所

1.2.2、欧美补贴，光伏产业高速发展（1997-2012）

进入21世纪，以德国、意大利、西班牙三国为代表的欧洲地区成为全球光伏行业发展的核心区域。截止至2012年底，欧洲装机规模占全球总装机规模的70%。

图表 7：2012 年前欧洲是全球太阳能开发的核心区域（安装量：MW）



数据来源：WIND, SOLARZOOM, 英大证券研究所

1997-2002年，“光伏屋顶计划”推动地面光伏电站建设

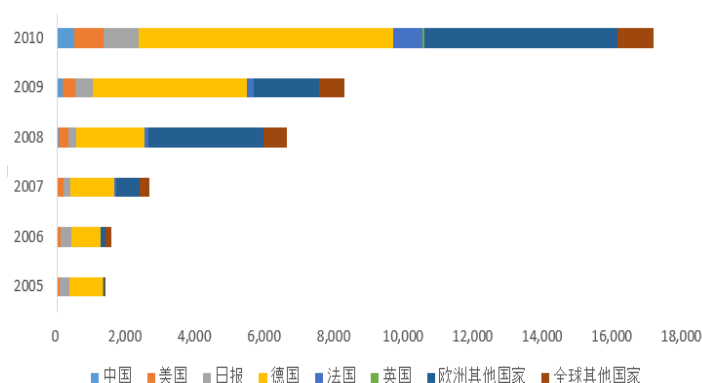
上世纪末，能源危机爆发后，发达国家纷纷发布了太阳能屋顶计划。美国提出“克林顿总统百万太阳能屋顶计划”，日本推出“新阳光计划”，欧洲联盟计划到2010年生产37亿Wp光伏电池。这一时期，光伏电池产量平均年增长率达到36%。

2003-2010年，欧洲电度补贴政策带动全球需求

德国2000年颁布《可再生能源法》，2003年出台光伏补贴政策，以50.6欧分/kWh的固定上网电价支付给开发商，到2007年固定电价调整为37.96-54.21欧分/kWh；2004年西班牙实施购电补偿法，政府给予为期20年0.45-0.62欧元/度的补贴，每年递减6-6.5%；同时期欧洲其他国家也纷纷开始了可再生能源刺激计划，欧洲在这一时期成为全球光伏产业的驱动引擎。

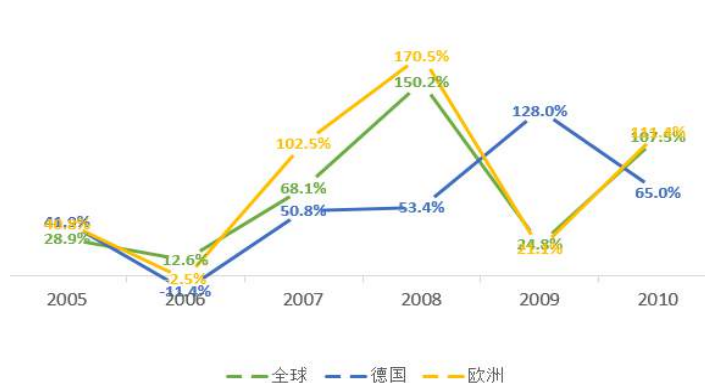
2004-2010年，全球光伏安装量从1085MW增加到17151MW，年复合增速为58%。其中，整个欧洲安装量从715MW增加到13774WM，年复合增速为64%；德国安装量从670MW增加到7334MW，年复合增速49%。2010年欧洲和德国分别占据了当年安全全球装量的80.3%、42.8%。

图表 8: 2005-2010 欧洲光伏装机占全球主要份额 (MW)



数据来源: WIND, SOLARZOOM, 英大证券研究所

图表 9: 2005-2010 欧洲引领全球光伏装机增长 (%)



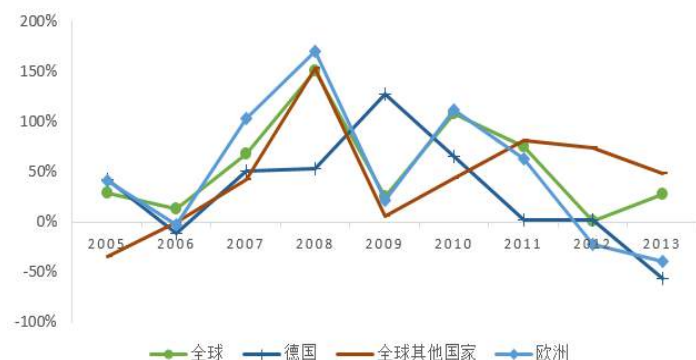
数据来源: WIND, SOLARZOOM, 英大证券研究所

2011-2012年, 欧债危机影响, 补贴下降

欧债危机爆发后, 欧洲政府一方面迫于财政压力, 另一方面考虑到光伏电站系统的成本下降, 欧洲纷纷大面积缩减对光伏产业补贴。以德国为例, 2010年1月, 德国在突然宣布调整光伏上网电价补贴方案, 将太阳能屋顶上网电价从4月份开始下调15%, 将地面系统上网电价从7月份开始同样下调15%, 在补贴下降前的抢装导致了德国2010年装机同比增长65%, 但是2011年增速仅有2.4%。

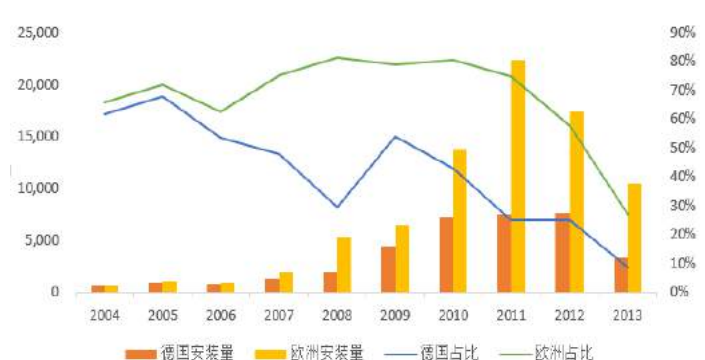
这一时期欧洲仍然占据着全球电站开发市场的主要份额, 但是增速下降。2011年德国装机量增速降到了2.4%, 欧洲其他国家政策退坡时间慢于德国, 整个欧洲地区在2011年仍然增长62.4%, 到了2012年欧洲市场迅速萎缩, 当年装机同比下滑22.3%, 导致全球增长仅为1%, 是光伏行业2004年以来增速最慢的一年。

图表 10: 欧洲各国安装量增速 (%)



数据来源: WIND, SOLARZOOM, 英大证券研究所

图表 11: 欧洲安装量占全球比例迅速下滑 (MW)

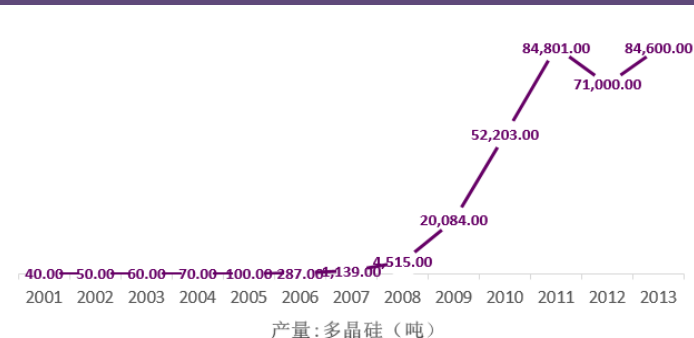


数据来源: WIND, SOLARZOOM, 英大证券研究所

1.2.3、产业转移, 亚洲崛起 (2013年---)

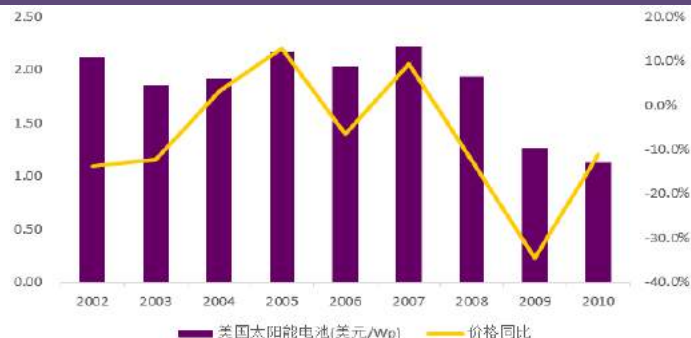
2008-2011年期间, 中国在光伏电池产业链的中上游发展迅速, 组件、硅料厂商迅速崛起。其中, 组件业务在2009年已经成为全球第一, 市场份额达到45.35%。中国厂商的介入导致了全球产能急速上升, 但是金融危机和欧洲补贴政策的逐步退出使得市场需求不及预期, 硅料和组件价格快速下降。

图表 12: 中国多晶硅产量 2007 年开始急速增长



数据来源: WIND, SOLARZOOM, 英大证券研究所

图表 13: 美国太阳能电池市场价在 2009 年后快速下降



数据来源: WIND, EIA, 英大证券研究所

成本的快速下降使得中国、印度两大发展中国家发展清洁能源成为可能性。在2011年后中国的光伏上网电价已经下降到了1元/kwh, 电站建设开始腾飞, 印度于2014年开始大力推动电站开发。另外, 日本的光伏电站建设一直未曾落后, 在产业成本下降后, 也开始了装机量的快速增长。

这一时期中国、日本、印度纷纷出台了大量的光伏扶持计划。

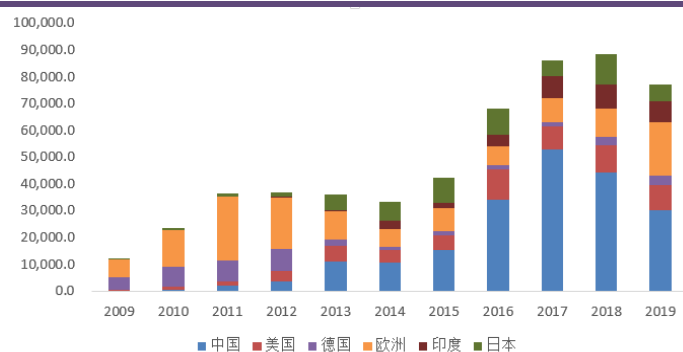
中国: 2009年开始推出“金太阳工程”扶持光伏屋顶, 2011年开始对非招标项目进行补贴; 2013年开始进行统一范围的固定上网电价政策, 对光伏电站项目实行满发满收。

日本: 于2012年7月1日启动固定上网电价政策, 大于10kW光伏系统上网电价为40日元/度, 补贴20年, 此后的上网电价每年调整。高额的补贴促进了其国内的光伏装机市场的迅猛发展。

印度: 印度光照条件好, 大部分地区有效光照条时间在1700小时以上, 远好于中国。据IEA测算, 印度是全世界电站建设每瓦成本最低的国家之一。2014年1月, 印度总理纳伦德拉·莫迪公布了太阳能振兴计划: 到2022年, 印度要实现可再生能源发电总量175GW, 其中太阳能装机容量100GW。

在政府扶持和产业链价格下降的双重推动下, 亚洲地区在2013年后取代了欧洲成为了全球光伏电站开发的中心。其中, 2017年, 中国装机达到了历史性的53GW, 占全装机量的57%, 而中、印、日三国在2017年合计装机67.1GW, 占全球装机的72.3%。

图表 14: 中、日、印装机激增 (MW)



数据来源: WIND, 英大证券研究所

图表 15: 中国成为全球电站开发最大的国家 (MW)



数据来源: BP, WIND, 英大证券研究所

二、从中国的产业成长历程看行业发展规律

我国1958年正式开始研发太阳能电池，制成了首块硅单晶，1975年开始在宁波、开封先后成立太阳电池厂，制造工艺模仿早期生产空间电池的工艺，这一时期产业发展缓慢。

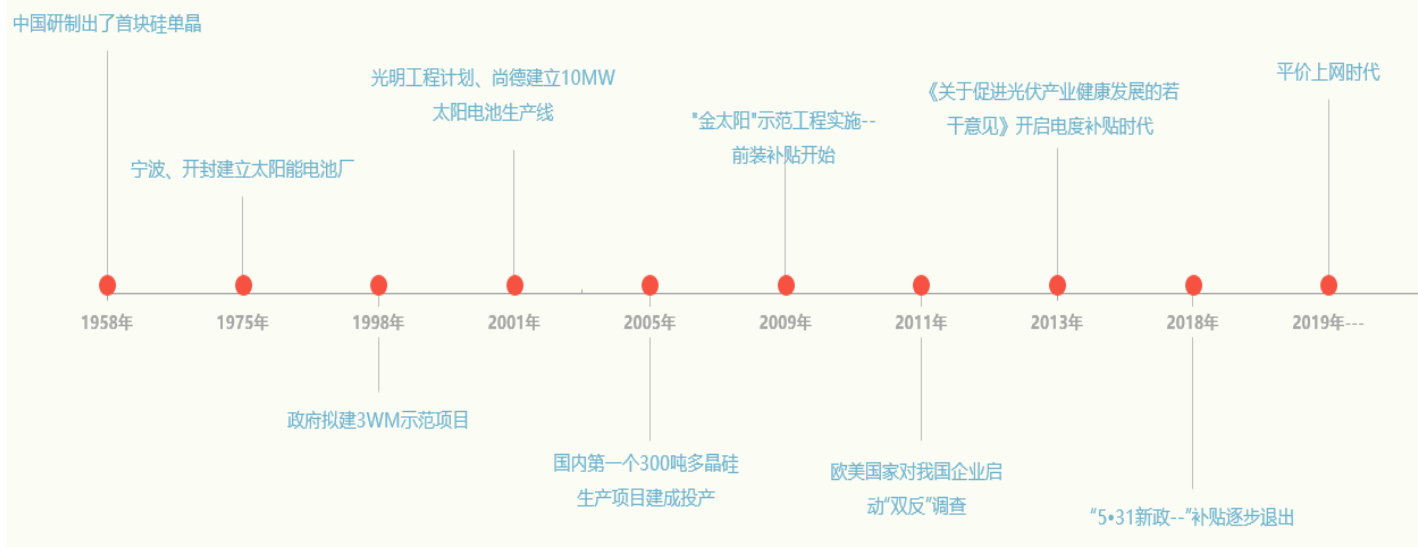
1998年国家拟建第一套3MW多晶硅电池，由天威英利中标承建。2001年无锡尚德建立10MW太阳能电池生产线获得成功，2002年正式投产，将我国与国际光伏产业的差距缩短了15年。

2003-2005年，在欧洲市场拉动下，无锡尚德和保定天威英利持续扩产，其他多家企业纷纷建立太阳能生产线。之后我国组件产量快速成长，并于2007年成为全球第一。2009年开始我国开始实施“金太阳工程”，决定综合采取财政补助、科技支持和市场拉动方式，加快国内光伏发电的产业化和规模化发展。

2013年7月，国务院发布《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》(国发[2013]24号，这是具有里程碑意义的文件，出台了标杆补贴电价，从前装补贴转到电度补贴，对光伏电站发电“满发满收”，保障了电站运营商的利益。因为标杆电价等一系列政策的施行以及中上游产业成本的下降，光伏发电行业在2013-2017年持续高景气，这五年新增装机CAGR为37%，2017年装机高达53GW。15-17年中国光伏产业界仅用了三年不到时间完成了“十三五”规划105GW的装机目标。

2018年5月31号，因为行业透支以及再生能源补贴基金缺口过大等原因，政府开始对过热的电站投资进行降温，2018-2019年装机开始连续下滑。2019年后，发改委和能源局开始引导行业走上平价上网之路，鼓励企业在有条件地区建设平价上网项目，其他项目也逐步采用项目竞争配置机制。

图表 16：中国光伏产业化发展历程重要事件图谱



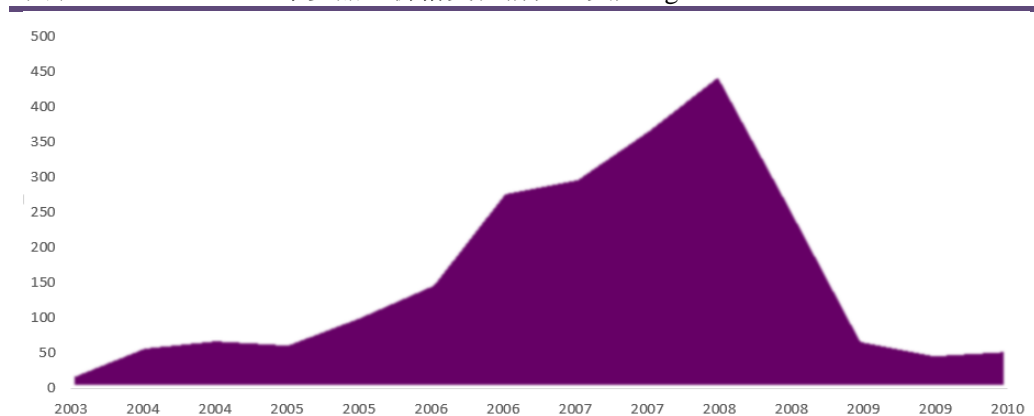
数据来源：公开资料，英大证券研究所整理

2.1、上游爆发，需求萌芽（2000-2008年）

2.1.1、硅料价格暴涨，国内企业开始大量介入

2003-2008年，欧洲光伏刺激政策纷纷出台，需求激增。硅料价格从2005年开始飙涨，2007年均价在300美元/kg以上，2008年一度超过450美元/kg，行业利润尤其是硅料环节利润暴增，中国企业开始大量介入。

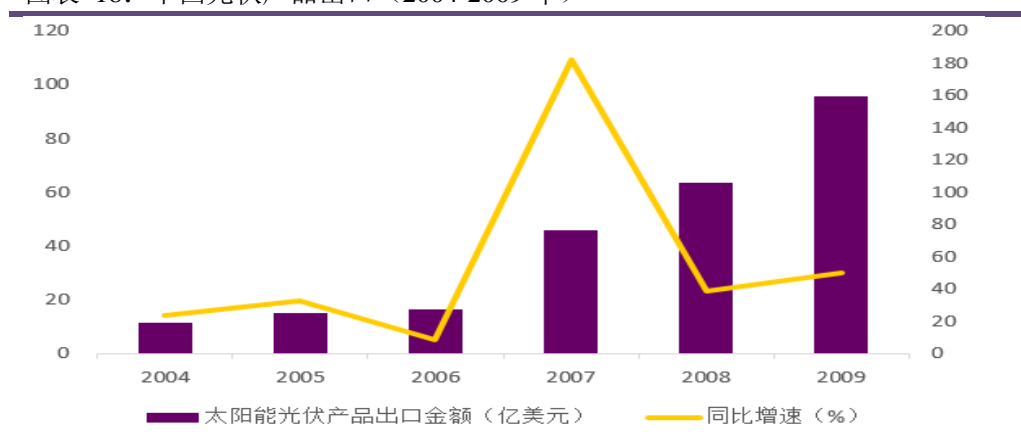
图表 17：2003-2009 年多晶硅价格变化情况（美元/kg）



数据来源：公开资料，英大证券研究所整理

这一时期，中国企业主要参与电池和组件加工等技术成分较低的环节，在利润丰厚的硅料环节产量较小。随着组件需求增加，硅料进口金额持续上升，同时加工成组件后向欧美地区出口，光伏产品出口额也高速增长。

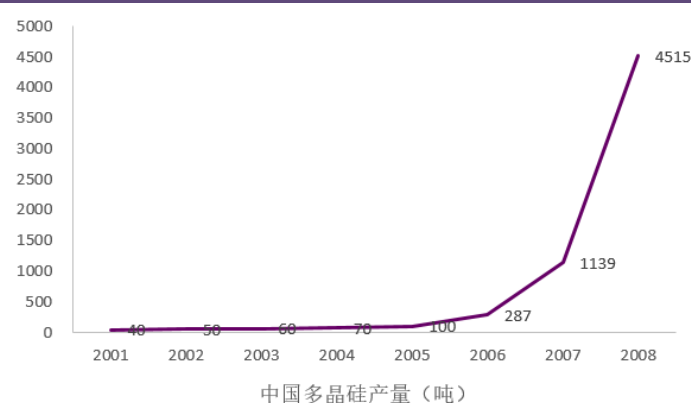
图表 18：中国光伏产品出口（2004-2009 年）



数据来源：WIND，中国电器工业年鉴，英大证券研究所

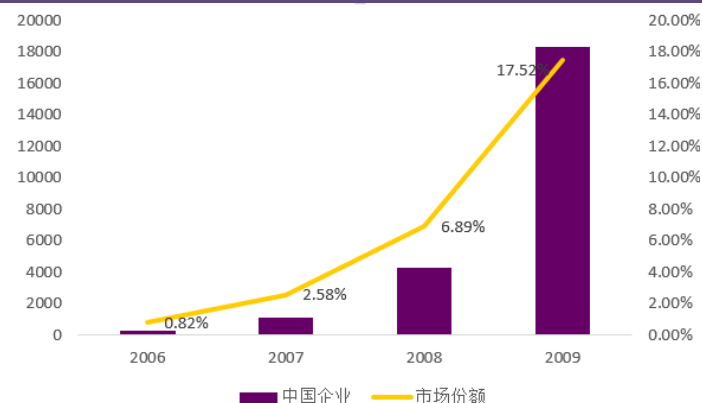
2005年开始，中国多晶硅产能开始飞速增长，2007年在建产能2万吨，产能短时间扩充了10倍。2008年中国产能仍然只占到了全球的6.89%，而到了2009年硅料产能占比达到了17.52%。金融危机期间，中国企业飞速涌入，多晶硅价格开始暴跌。

图表 19：中国多晶硅产量（2000-2008）



数据来源：WIND，英大证券研究所

图表 20：中国多晶硅产能占全球比重（%）



数据来源：WIND，英大证券研究所

2.1.2、《可再生能源法》颁布，国内市场开始启动

2001年，国家发改委牵头提出“光明工程计划”项目，筹集100亿元，花10年时间，到2010年用再生能源技术，解决无电地区的居民生活、边防哨所、公路道班、石油管道和铁路信号等用电问题。2005年，第十届全国人大通过《中华人民共和国可再生能源法》，并于2006年1月1日正式实施。之后各类行业补贴政策相继推出。

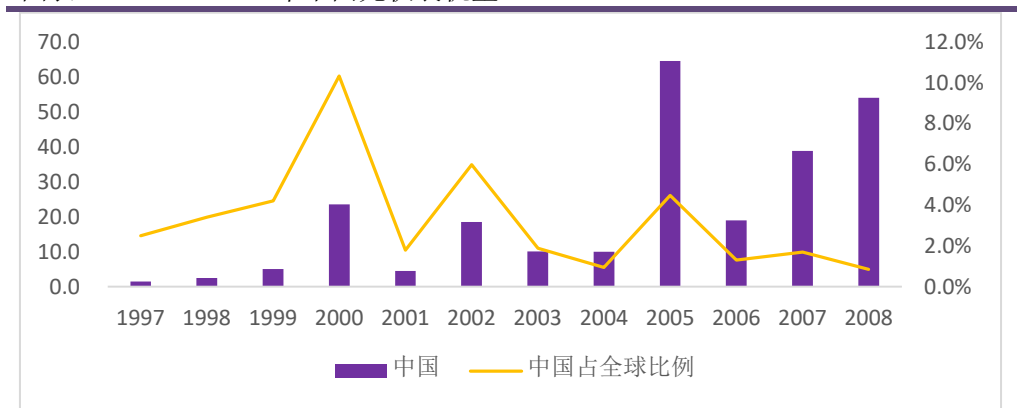
图表 21：2005-2007 年国家新能源扶持政策

时间	文件	颁布单位	核心内容
2005/2/1	中华人民共和国可再生能源法	人大	鼓励和支持可再生能源的并网、优先可再生能源开发利用，成立可再生能源发展专项基金；确定有利可再生能源发展的上网电价，电网企业应协议全额收购可再生能源上网电量；对企业进行补贴、减免税收等。
2006/1/4	可再生能源发电价格和费用分摊管理试行办法	发改委	初步厘定可再生能源发电价格和分摊标准。
2006/2/9	国家中长期科学和技术发展规划纲要	国务院	将清洁能源技术、开发列为重要发展目标，提出重点研究高性能太阳能电池、光热发电技术。
2007/1/11	可再生能源电价附加收入调配暂行办法	发改委	成立可再生能源发展基金，支持可再生能源发电项目及技术研究。
2007/8/31	可再生能源中长期发展规划	发改委	在偏远地区推广使用户用光伏发电系统或建设小型光伏电站，解决无电人口的供电问题；在城市的建筑物和公共设施配套安装太阳能光伏发电装置，扩大城市可再生能源的利用量；到 2010 年，太阳能发电总容量达到 30 万千瓦，到 2020 年达到 180 万千瓦。

数据来源：公开资料，英大证券研究所

但是因为电价补贴政策不明晰，下游发展相对较慢，中国在电站装机环节占全球比例较低，2018年只占到0.8%。另外，在2007年8月出台的《可再生能源中长期发展规划》中提出的到2010年太阳能发电容量目标也只有300MW。

图表 22：1997-2008 年中国光伏装机量（MW）



数据来源：WIND, SOLARZOOM, 英大证券研究所

2.2、政策启动，遭遇“双反”（2009-2012年）

2.2.1、政府开始扶持产业，“金太阳示范工程”出台

2009年7月16日，“金太阳工程”政策出台，对光伏装机予以初装补贴。这一阶段光电建筑应用示范项目和金太阳工程补贴力度大，下游的光伏电站产业开始迅速产业化、规模化，三年间内共建设了6.3GW的装机规模。

图表 23：光电建筑和金太阳工程项目建设情况

	项目	规模	补贴标准
光电建筑项目	第一期 2009	111 个项目，91MW	BIPV20, BAPV15
	第二期 2010	99 个项目，90.2MW	BIPV17, BAPV13
	第三期 2011	106 个项目，120MW	BIPV12
	第四期 2012	128 个项目，225MW	BIPV9, BAPV7.5
	合计（到 2012 年底）	526.2MW	
金太阳示范工程	第一期 2009	40 个项目，304MW	建筑光伏 14.5，离网 20
	第二期 2010	46 个项目，271.7MW	建筑光伏 11.5，离网 16
	第三期 2011	129 个项目，692.2MW	C-Si9, a-Si8.5
	第四期 2012	155 个项目，1709.2MW	建筑光伏 5.5，离网>7
	合计（到 2012 年底）	2977.2MW	
光电建筑与金太阳	第五期 2012 年 11 月	2830MW	BIPV7, BAPV5.5

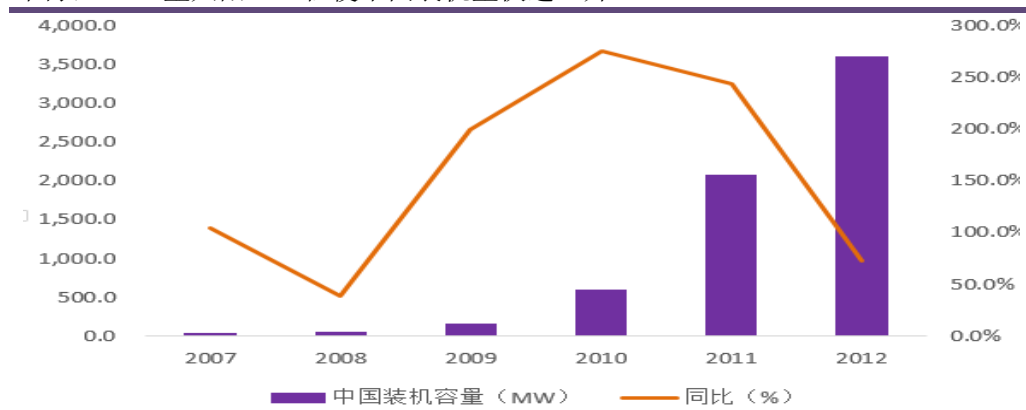
数据来源：公开资料，英大证券研究所

“光电建筑”和“金太阳”之外，发改委于2011年7月24日下发了《关于完善太阳能光伏发电上网电价政策的通知》，对非招标光伏发电项目实行全国统一的标杆上网电价。政策规定：2011年7月1日以前核准、2011年12月31日建成投产、发改委尚未核定价格的光伏发电项目，上网电价统一核定为1.15元/千瓦时（含税）；2011年7月1日及以后核准以及2011年7月1日之前核准但截至2011年12月31日仍未建成投产的光伏发电项目，除西藏仍执行1.15元/千瓦时的上网电价外，其余省（区、市）上网电价均按1元/千瓦时（含税）执行。

在政府资金的扶持下，我国地面电站业务开始快速发展，2009年-2012年共实现装机容量6.46GW。但是，这一阶段企业为抢占补贴指标无序竞争，项目收益率普遍较低，部分

项目低劣产品充斥，项目并网也往往慢于预期，对市场造成了一定程度的负面影响。

图表 24：“金太阳”工程使中国装机量快速上升

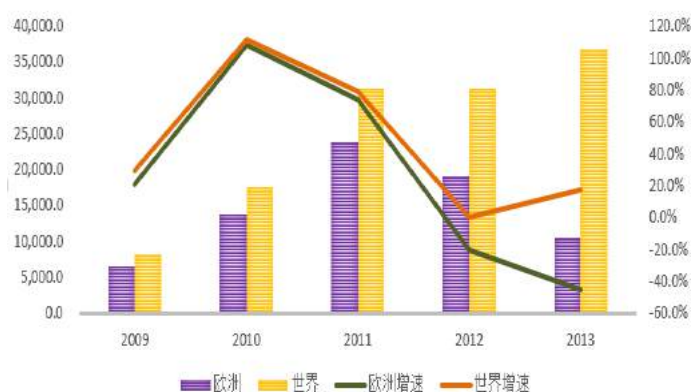


数据来源：WIND，BP，英大证券研究所

2.2.2、产业链快速崛起，遭遇“双反”

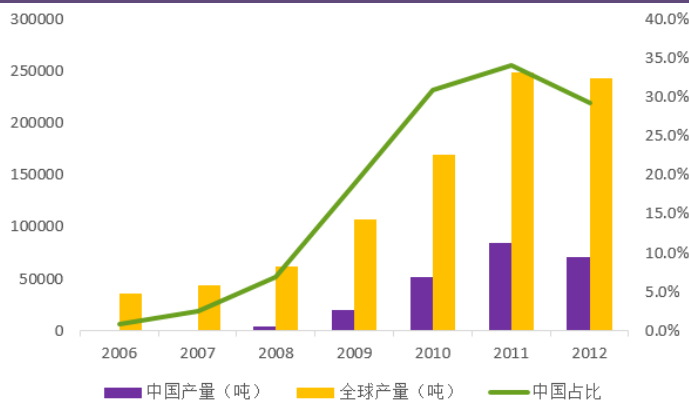
2009年后，中国国内需求开始抬头，但是主要光伏应用市场仍然在欧洲。虽然金融危机后多晶硅价格暴跌，但是产业链价格的下跌刺激了欧洲需求，同时固定电价下调也引发了2009-2010欧洲各国先后的抢装潮，所以2011年之前全球市场需求依然旺盛。中国企业乘势扩产，迅速在产业链环节中占据了重要位置。国内多晶硅产能迅速增加，2007年在建产能2万吨，产能短时间扩充了10倍。

图表 25：2011 年全球装机依然高速增长 (MW)



数据来源：WIND，BP，英大证券研究所

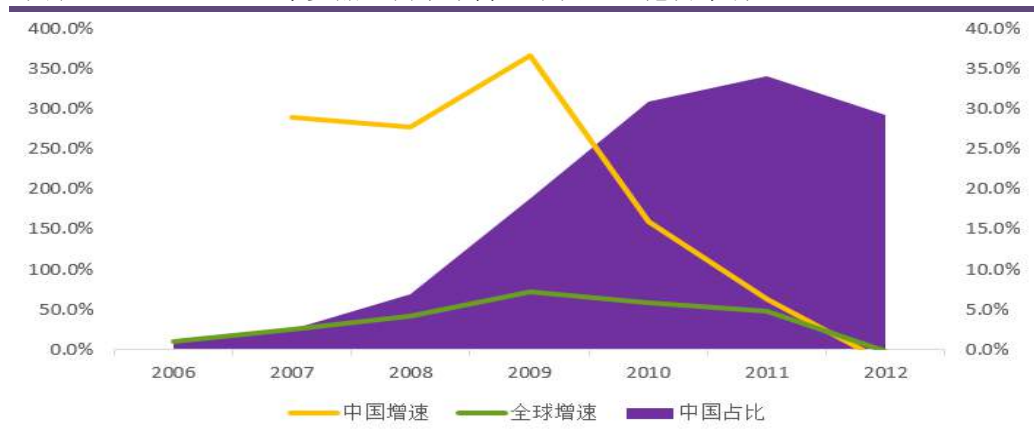
图表 26：中国硅料市场份额快速上升



数据来源：WIND，硅业分会，英大证券研究所

2011年后，欧洲电站建设项目开始减少，导致全球多晶硅需求快速萎缩，而来自中国的产能迅速扩大，全球产能利用率大降，2012年仅有52%。其中，中国企业市场份额从2007年的2.6%上升到了2011年的34.1%，原来处于领先地位的欧、美硅料企业丢失了很大一部分市场份额。

图表 27：2011-2012 年多晶硅需求下降，中国企业抢占市场

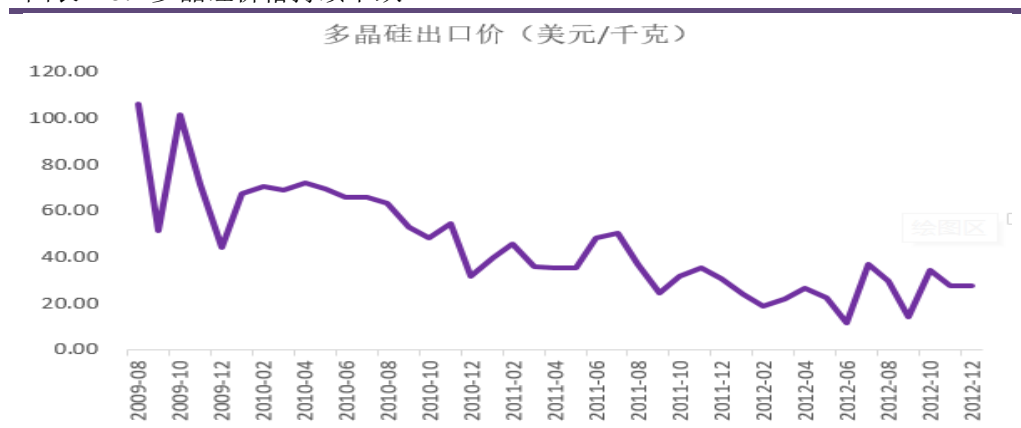


数据来源：WIND，硅业分会，英大证券研究所

在这一背景下，2011年-2012年，美国和欧洲针对中国的光伏企业提出了“双反”调查。应solarworld等企业要求，美国政府于2011年底开始对中国太阳能企业展开调查，欧盟也于2012年对中国展开了倾销调查，2012年10月，美国决定向中国光伏企业征收“反倾销税”与“反补贴税”，欧盟委员会宣布将从6月6日至8月6日对中国光伏产品征收11.8%的临时反倾销税。

供需失衡和欧美“双反”导致产品价格快速下跌，硅料价格跌破很多国内厂商的现金成本，且面临反补贴、反倾销调查，国内众多厂商重度亏损。多数产能在1000-3000吨的中小型企业倒闭，无锡尚德、LDK、英利等大型企业也都遇到了经营困境，纷纷破产或者被重组。

图表 28：多晶硅价格持续下跌



数据来源：WIND，海关总署，英大证券研究所

2.3、装机登顶，产业领先（2013-2020）

2.3.1、“固定电价”政策开启产业黄金时代

2013年7月4日，国务院发布《关于促进光伏行业健康发展的若干意见》（“国八条”），明确到2015年中国总装机容量达到35GW以上，同时第一次从源头厘清和规范了补贴年限、电价结算、电量上网等核心问题。2013年8月27日，国务院发布《关于发挥价格杠杆作用促进光伏产业健康发展的通知》出台了光伏上网电价政策和分布式光伏度电补贴标准，确定了I、II、III类资源区分别为0.9元/千瓦时、0.98元/千瓦时和1元/千瓦时的标杆电价，并给予分布式光伏0.42元/千瓦时的补贴。国内光伏电站开发不再是一事一议的“审批电价”。

这两个政策标志着我国光伏“度电补贴”时代的到来，开启了国内光伏行业发展的黄金时期。2013年之后，国家能源局、发改委、国家电网、国家开发银行工信部等单位公布了系列政策，从电价补贴梯度、并网保障、资金支持等各方面提供了政策支撑。

图表 29：2012 -2017 年国家光伏产业扶持政策

发布时间	发文单位	文件名称	主要内容
2013/7/4	国务院	《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》	扩大国内市场、提高技术水平、加快产业转型升级，从十二五规划的 2015 年装机容量达 25GW，提升到达 35GW 以上。
2013/7/24	财政部	《关于分布式光伏发电按照电量补贴政策等有关问题的通知》	明确了光伏电价补贴的发放原则，解决了国家电价补贴拖欠的问题。
2013/8/9	能源局	《关于开展分布式光伏发电应用示范区建设的通知》	核准 18 个分布式光伏示范区，标志着我国分布式光伏发电规模化推广正式启动。
2013/8/22	能源局、开发银行	《关于支持分布式光伏金融服务的意见》	提出了支持光伏项目融资和建立融资平台的方案。
2013/8/27	发改委	《关于发挥价格杠杆作用促进光伏产业健康发展的通知》	出台光伏分区上网电价政策和分布式光伏度电补贴标准。
2013/9/27	财政部、税务总局	《关于光伏发电增值税政策的通知》	给予光伏系统卖电增值税即征即退 50% 的优惠。
2014/10/11	能源局、国务院扶贫办	《关于印发实施光伏扶贫工程工作方案的通知》	开展光伏发电产业扶贫工程。
2015/6/10	能源局、工信部	《关于促进先进光伏技术产品应用和产业升级的意见》	开启第一批领跑者基地。
2015/12/1	发改委	《关于完善陆上风电光伏发电上网标杆电价政策的通知》	下调集中式光伏电站标杆电价，I、II、III 类分别为 0.80、0.88 和 0.98 元/度。
2016/2/5	能源局	《关于做好“三北”地区可再生能源消纳工作的通知》	解决三北地区弃风、弃光问题的具体措施。
2016/5/27	发改委、能源局	《关于做好风电、光伏发电全额保障性收购管理工作的通》	核定了重点地区新能源发电最低保障收购年利用小时数。
2016/10/17	能源局、扶贫办	《关于下达第一批光伏扶贫项目的通知》	推出光伏扶贫项目 516 万千瓦。
2016/12/26	发改委	《关于调整光伏发电陆上风电标杆上网电价的通知》	下调光伏电站标杆电价，I、II、III 类资源区分别为 0.65、0.75 和 0.85 元/度，西藏为 1.05 元/度。
2017/2/10	能源局	《2017 年能源工作指导意见》	年内计划安排新开工建设规模 2000 万千瓦，新增装机规模 1800 万千瓦。
2017/4/1	国家电网	《关于印发 2017 年促进新能源消纳工作安排的通》	对弃风、弃光比例超过 10% 的省份按黄色预警对待，暂停出具风电、光伏项目接入系统意见
2017/12/19	发改委	《关于 2018 年光伏发电项目价格政策的通知》	降低 2018 年 1 月 1 日之后投运的光伏电站标杆上网电价，I、II、III 类资源区分别调整为每千瓦时 0.55 元、0.65 元、0.75 元。

数据来源：公开资料，英大证券研究所

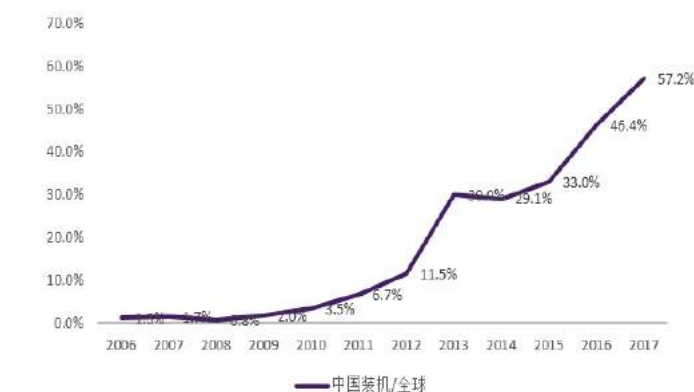
2014-2017年，我国光伏产业快速进步，从硅料到系统成本都有较大幅度的下降。但是三年间补贴电价下降幅度较小，尤其是III类资源区三年电价下降幅度仅为0.05元，电站开发企业内部收益率多数高于12%。此种条件下，下游企业盈利状况良好，建设意愿高涨，光伏装机快速增长，建设速度远高于“十三五”规划进度，2016、2017年装机量分别为34.5GW、53GW，分别占全球装机量的49.3%和57.2%。这一时期国内市场成为了全球光伏产业增长的主要引擎。

图表 30：中国光伏装机量快速增长



数据来源：WIND, BP, 英大证券研究所

图表 31：中国年度装机量占全球比例



数据来源：WIND, BP, 英大证券研究所

2.3.2、补贴渐渐退出，向平价上网过度

政策红利带来了行业高速发展，但是电网负荷、可再生能源补贴缺口等问题也开始凸显。2018年可再生能源补贴缺口超过了1900亿，而补贴发放一直存在拖欠情况，到2018年底拖欠时间已达3年。有鉴于此，2018年5月31日，财政部联合能源局发布了《关于2018年光伏发电有关事项的通知》，暂不安排2018年普通光伏电站规模，仅安排10GW左右规模用于支持分布式光伏项目建设，同时下调I~III类资源区标杆上网电价为每千瓦时0.5元、0.6元、0.7元。行业称之为“5·31新政”，新政给我国光伏产业来了个急刹车。

2019年后，发改委和能源局开始引导行业走上平价上网之路。2019年1月两部联合发布《关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》，2020年规定4月I~III类资源区新增集中式光伏电站指导价分别为每千瓦时0.35元、0.4元、0.49元，价格已经接近了燃煤标杆上网电价，光伏电价补贴政策的彻底退出已经渐行渐近。

图表 32：2018-2020 年国家光伏产业相关政策

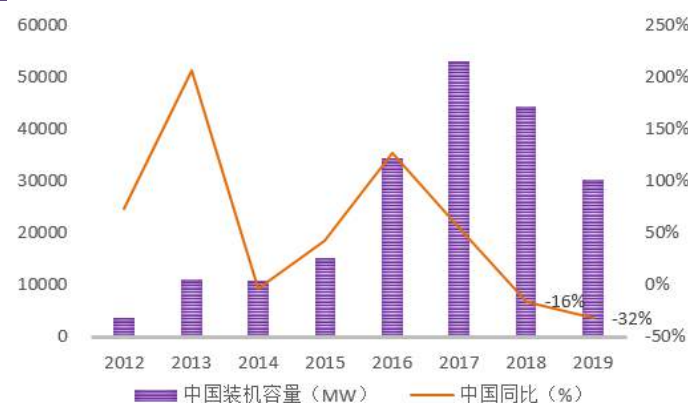
发布时间	发文单位	文件名称	主要内容
2018/5/31	财政部、能源局	《关于2018年光伏发电有关事项的通知》	暂不安排 2018 年普通光伏电站规模，10GW 左右规模用于支持分布式光伏项目建设。下调 I~III 类资源区标杆上网电价为每千瓦时 0.5 元、0.6 元、0.7 元。“自发自用、余电上网”模式分布式光伏项目，补贴标准调整为每千瓦时 0.32 元。

2019/1/9	发改委、能源局	《关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》	在具备条件的地区建设平价上网项目，完善需国家补贴的项目竞争配置机制。
2019/4/19	能源局	《关于下达“十三五”第二批光伏扶贫项目计划的通知》	共下达 15 个省（区）、165 个县光伏扶贫项目，总装机规模 167 万千瓦。
2019/4/30	发改委	《关于完善光伏发电上网电价机制有关问题的通知》	I~III 类资源区新增集中式光伏电站指导价分别确定为每千瓦时 0.40 元、0.45 元、0.55 元。
2019/5/20	发改委、能源局	《关于公布 2019 年第一批风电、光伏发电平价上网项目的通知》	公布 2019 年第一批风电、光伏发电平价上网项目，总装机规模 2076 万千瓦
2019/5/30	能源局	《关于 2019 年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知》	梳理应废止的存量项目，优先建设平价上网风电、光伏发电项目，落实电力消纳条，规范进行项目竞争方式配置。
2020/1/20	财政部、发改委、能源局	《关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见》	自 2020 年起，所有新增可再生能源发电项目均采用“以收定支”的方式确定。
2020/3/10	能源局	《2020 年光伏发电项目建设有关事项的通知》	补贴竞价项目（包括集中式光伏电站和工商业分布式光伏项目）按 10 亿元补贴总额组织项目建设。
2020/4/3	发改委	《关于 2020 年光伏发电上网电价政策有关事项的通知》	2020 年 I~III 类资源区新增集中式光伏电站指导价分别为每千瓦时 0.35 元、0.4 元、0.49 元。“自发自用、余量上网”模式的工商业分布式光伏项目补贴标准调整为每千瓦时 0.05 元；纳入 2020 年财政补贴规模的户用分布式光伏补贴标准调整为每千瓦时 0.08 元。

数据来源：公开资料，英大证券研究所

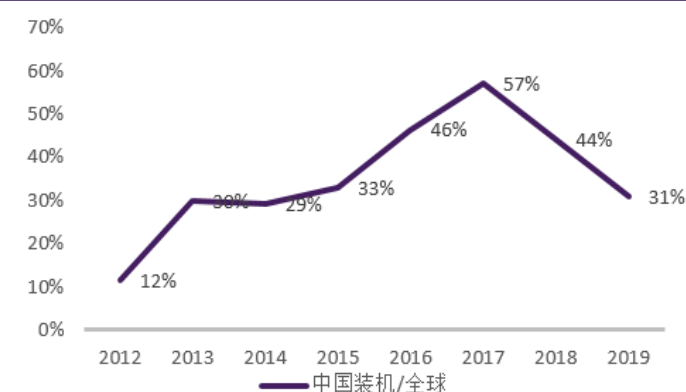
“5.31”新政后，补贴大幅下滑，光伏年度上网指标下滑，光伏装机量快速下滑。我国2018年装机40GW，同比下滑16%，2019年装机30GW，同比下滑32%，但是依然是全球年度装机量最大的区域。

图表 33：中国光伏装机量快速增长



数据来源：WIND, BP, 英大证券研究所

图表 34：中国年度装机量占全球比例



数据来源：WIND, BP, 英大证券研究所

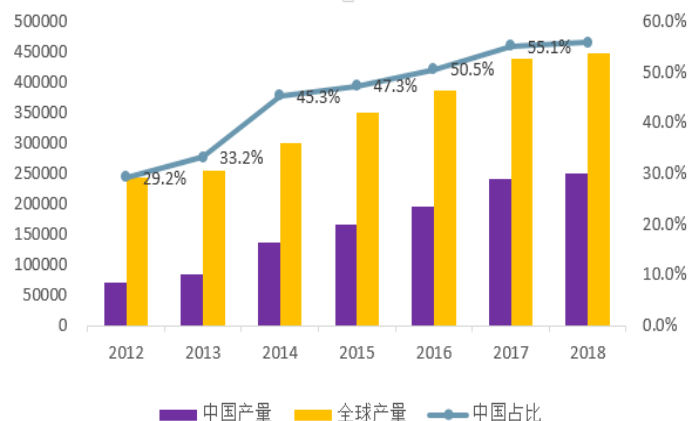
2.3.3、产业向中国转移，领先全球

前面我们介绍了在2011-2012年我国硅料、组件等生产企业在全球产业链开始占据重要位置，而到了2013年之后全球光伏产业的最大需求来自中国，本土需求的激增进一步带动

了国内产业链的高速发展。

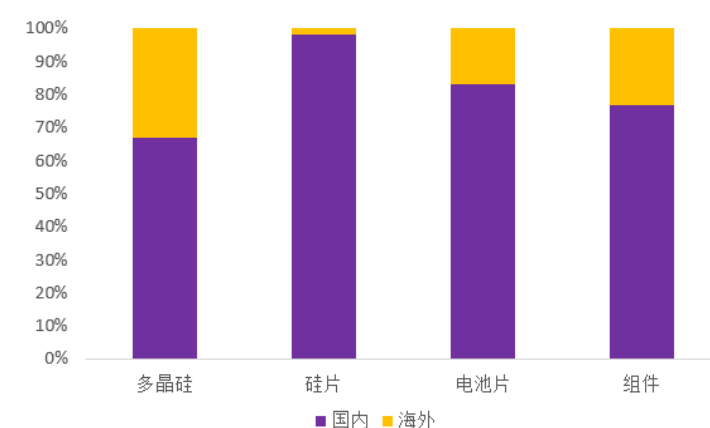
虽然2018-2019年国内装机出现下滑，但是产业链优势明显。截止2019年，中国已经在产业链各个环节占据了龙头位置，硅料、硅片、电池片、组件占全球的产量占比分别为67%、98%、83%和77%。

图表 35：中国多晶硅产量逐年增加



数据来源：WIND，硅业分会，公开资料，英大证券研究所

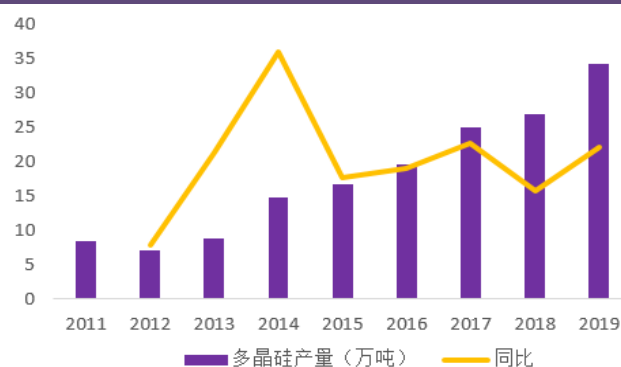
图表 36：中国企业在光伏产业链各个环节份额领先



数据来源：硅业协会，英大证券研究所

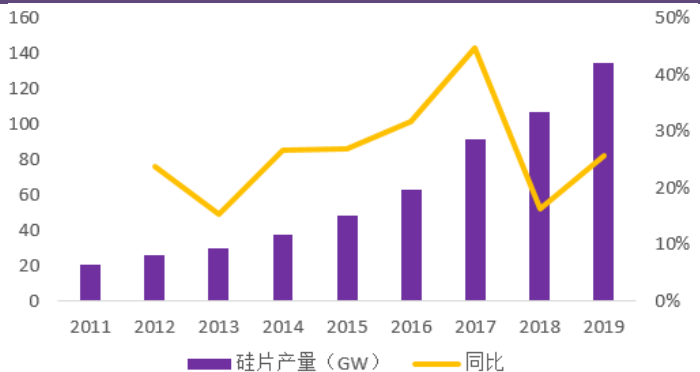
2019年，我国多晶硅产量34.2万吨，同比增长32.0%；硅片产量134.6GW，同比增长25.7%；电池片产量108.6GW，同比增长27.8%；组件产量98.6GW，同比增长17.0%。

图表 37：中国多晶硅产量及增速



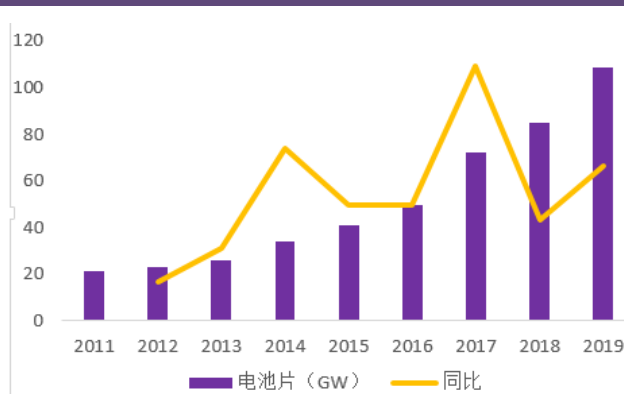
数据来源：CPIA，英大证券研究所

图表 38：中国硅片产量及增速

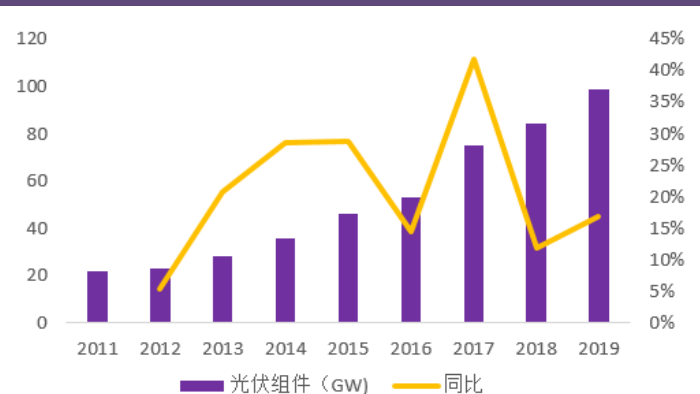


数据来源：CPIA，英大证券研究所

图表 39：中国电池片产量及增速



图表 40：中国组件产量及增速



数据来源：CPIA，英大证券研究所

数据来源：CPIA，英大证券研究所

三、行业分析框架

前面我们分析世界光伏行业的发展历程，重点介绍了中国光伏行业的发展情况，不难发现在光伏行业发展过程中，政策扶持和技术进步行业有着决定性影响。在可再生能源成本高于传统能源的阶段，政府补贴成了行业需求的最重要推动力；产业需求旺盛后众多参与者进场，竞争带动了技术的快速更迭；技术进步推动了产业链成本的下降，进一步推动需求的增加。另外，国家（地区）之间也存在一定要素流动障碍，扶持本土企业是每个国家的优选的政策方案，因此光伏需求的区域变迁也伴随着产业的变迁。

下面，我们从产业的需求驱动出发，解构影响产业链企业经营意愿的核心因素，分析产业发展推动的逻辑，建立行业的分析框架。

图表 41：光伏行业研究框架



数据来源：公开资料，英大证券研究所

3.1、产业政策是决定装机需求的核心因素

市场化的时代，真正的装机需求来自于下游光伏电站企业的经营意愿。合理回报率决定企业的开发意愿，而企业回报率由电站的投入与收入决定。

在电站建设期投入成本由当前的产业链价格决定，投入成本在建设期可测可知，收入端则由电价决定。产业前期高于传统能源的成本是很难找到市场需求的，政府介入对新能源进行补贴，设定合理回报率，给出固定的收购电价，并承诺20年（各国有区别）维持电价不变，保障全额收购企业发电量，企业经营在收入端的确定性得到了保障，回报率也就得到了保障。

光伏发电是重资产行业，前期投入巨大，后期维护成本低，现金流稳定。当产业扶持

政策充分保障了回报率，未来稳定的现金流意味着企业可以通过融资快速介入到光伏电站的开发中。

产业政策推动行业繁荣周期

截至目前，光伏行业的每一个景气大周期都是由区域政府的产业扶持计划带来的。比如：2001-2005年发达国家的“光伏屋顶计划”推动了光伏电站建设的兴起；2007-2010年欧洲光伏补贴刺激了行业的大爆发；2013-2017年中国的固定电价政策带动全球光伏装机量的再次腾飞。

图表 42：扶持政策与产业发展

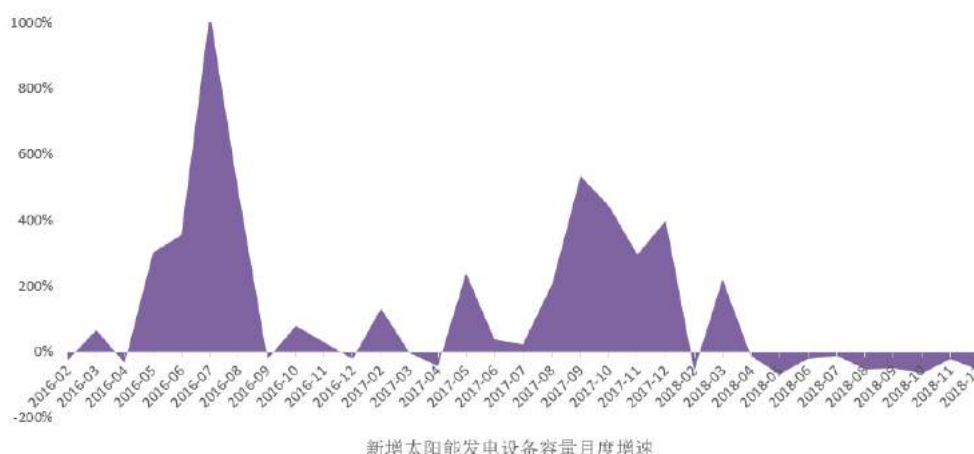


数据来源：公开资料，英大证券研究所

电价下调带来行业抢装

从小周期看，政策变动也与装机之间有着紧密的关系。如“6 30抢装”，根据2016年光伏标杆电价执行方案，2016年以前备案入光伏发电项目，如不能在2016年6月30日前完成并网发电，将执行新的电价标准，I、II、III类资源区的光伏电站度电补贴将分别下降0.1元、0.07元和0.02元。这次电价下调导致了行业在16年4-6月抢装，2016年上半年累计增长968%，6月份同比增长244%，而抢装情况也带动了全年装机同比增长131.81%。同样2017年6月30日，也因电价下调出现了抢装，当年装机53GW，达到了历史高峰。

图表 43：新增光伏电站月度容量增速



数据来源：WIND，英大证券研究所

政策支持在未来平价时代依然举足轻重

当前，中国正处于平价上网过度期，2020年开始光伏行业总补贴额度已经下降到了15亿，2021年后可能全面进入平价上网时代。虽然2019和2020年补贴金额急剧下降，但是从电站项目申报和建设情况来看，电价补贴仍然是影响装机量的核心因素。未来平价上网后，平价上网方案、并网方案、电力收购保障、规模控制、消纳安排等政策依然会是决定行业装机量的关键。

3.2、技术进步和产业竞争决定产业链长期供需空间

企业的光伏电站开发意愿是靠收益驱动的，既定时段的装机需求由电价决定，而长期行业空间则是由技术进步带来的。技术进步和行业竞争决定了产业链价格，也即电站开发的成本。利益驱动会导致企业进行研发以及扩产，技术领先企业的扩产会带动产业链价格快速下降。

产业链成本下降也是政府补贴行业的核心目的之一。随着产业链价格的下降，政策会下调补贴额度，政府可再生能源基金才有能力支撑更大的装机规模补贴。未来平价上网时代，光伏发电将直面火电、气电、核电、风电的价格竞争，低成本才是核心竞争优势，才能抢占全社会发电装机份额。所以技术进步是推动产业长期发展关键要素。

下面我们通过多晶硅历史上两轮价格的暴跌来说明技术进步和产业竞争对行业供给端的影响。

多晶硅是光伏产业上游材料，其生产环节投入巨大、建设周期长、工艺复杂，具有很高的技术门槛。早期多晶硅市场被美国、日本等国家的七家厂商垄断。2007年以前，欧洲需求的崛起导致多晶硅供不应求，价格暴涨，多晶硅价格一度超过450美元/kg。

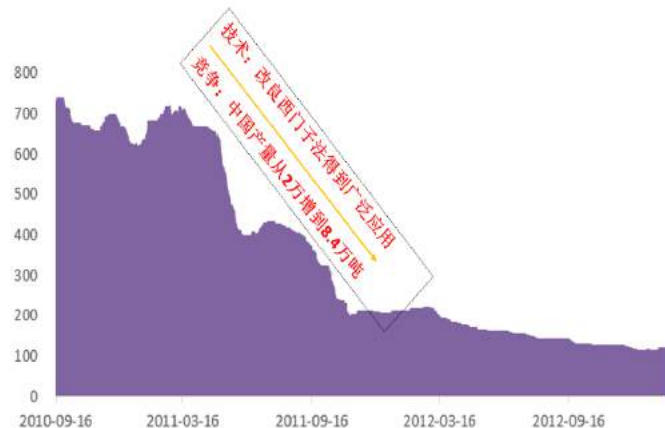
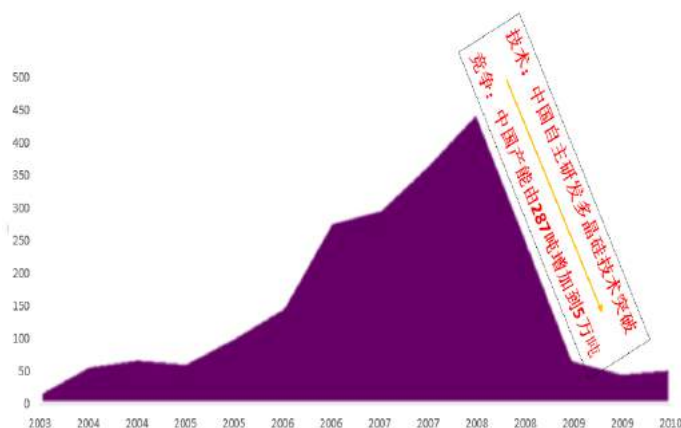
2008年-2009年，中国自主研发的多晶硅技术实现了产业化，国内产能飞速扩大。2006年我国产量仅有287吨，到2009年已经达到了2万吨，占到了全球的19%。多晶硅价格开始

暴跌，到2009年3月份最低价格只有50美元/kg，跌幅几近90%。这是技术扩散和产业竞争造成的多晶硅价格的第一轮暴跌。

2011-2012年，中国厂商纷纷引进“西门子法”技术进行多晶硅生产，并改良生产工艺，使得生产成本不断降低，到2011年中国产量已经达到了全世界的34%，全球多晶硅产能利用率下降。价格从2011年3月份的700元/kg一路下跌到2012年的100元/kg附近。这是技术进步和产业竞争带来的第二次多晶硅价格暴跌。

图表 44：多晶硅价格第一轮暴跌（美元/kg）

图表 45：多晶硅价格第二轮暴跌（元/kg）



数据来源：公开资料整理，英大证券研究所

数据来源：WIND，PVNEWS，英大证券研究所

之后随着技术进步，多晶硅、单晶片、电池片价格都因产业竞争出现了不同程度的下跌。技术进步带来的成本降低是价格下跌的必要条件，而产业链的竞争是行业成本下降后的必然选择。

3.3、自然条件、融资环境、电网消纳能力等也是构成产业发展的重要因素

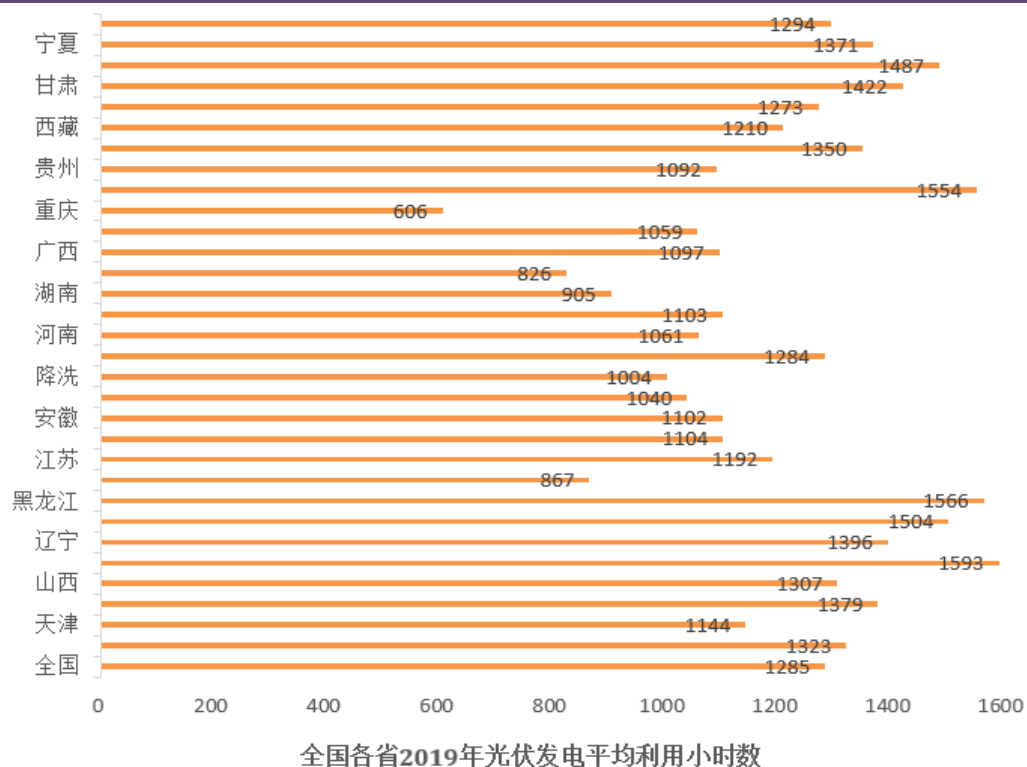
光照条件好的地区阳光辐射高、可利用时间长，同样成本的设备在不同的光照地区有不同电量生产能力，这也是为什么政府会将全国化分为I、II、III三大区域，进行差别补贴。

未来稳定现金流会使得光伏电站运营环节非常适合杠杆经营，目前国内很多电站项目投资的70-80%来自于融资，利率高低对电站的收益水平至关重要。

光伏电站的发电特征不同于火电、水电、核电，光伏电站依赖阳光的照射时间和辐射强度，光伏电站所发电量具有不稳定性，出力时间段也与社会用电需要有所差别。风电也有同样的问题，甚至更加不稳定。电网是按照原来的能源结构建立的输、变、配体系，当风、光上网电量比例较高时，就需要电网对其进行调峰、调频，这会严重考验电网的承受能力。我国历史就发生过影响地区电力供应、大面积拖网的事件，“弃风弃光”的现象也长期存在。

在未来平价上网以及光伏电站成本低于传统能源的时代，电网消纳能力可能会是行业需求的决定性限制因素，配套储能和电网改造等将会成为行业关心的核心问题。

图表 46：全国各省 2019 年光伏发电利用小时数（小时/年）



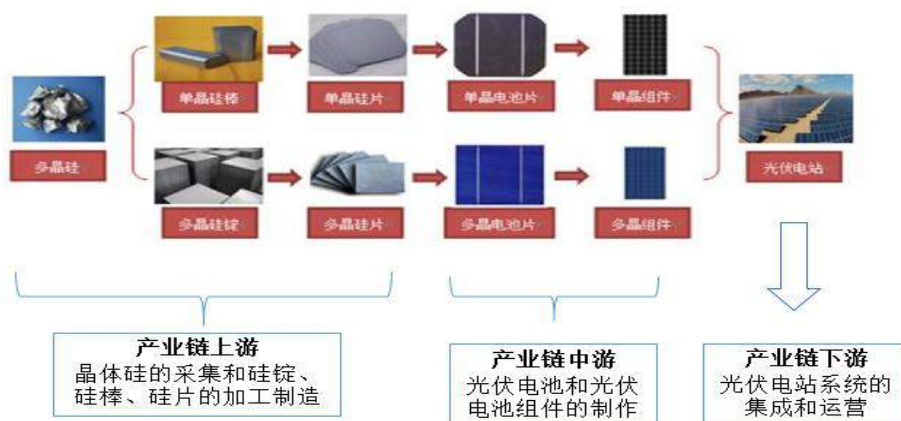
数据来源：WIND，英大证券研究所

四、供给要素分析

4.1、产业链概况

光伏产业包括多晶硅原材料的制造、硅锭铸造/硅片切割、太阳能电池制造、组件封装和光伏系统安装，以及一些配套设备，如逆变器、蓄电池、控制器等光伏系统平衡部件。

图表 47：光伏产业链简单示意图



数据来源：公开资料整理，英大证券研究所

图表 48: 光伏产业链环节以及相关上市公司



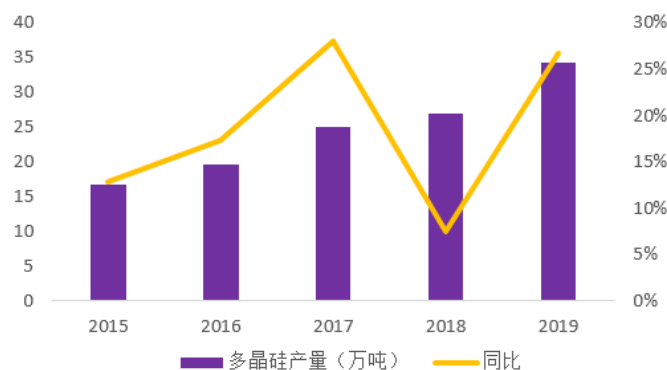
数据来源：WIND，英大证券研究所

4.2、硅料短期供不应求

产业链最上游是太阳能晶硅制造，产业特征为技术密集、高投入、高能耗；行业进入壁垒高，具有一定的垄断性。我国多晶硅产业是2005年以后逐步发展起来的，经历金融危机价格暴跌等多轮行业洗牌后逐渐发展壮大。

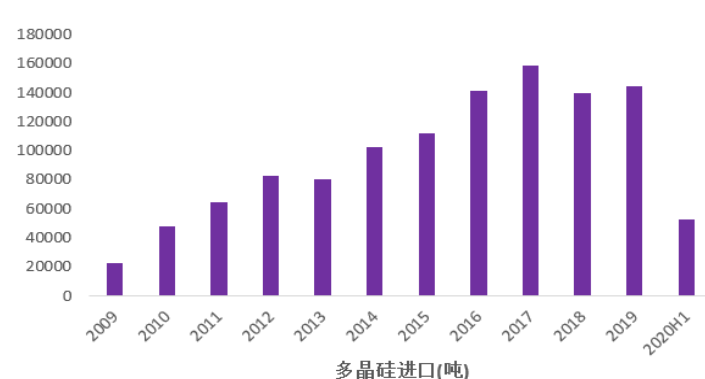
2019年，我国多晶硅产量34.2万吨，同比增长32.0%，占全球产量的67%。2016年后我国产多晶硅量已经超过了全球的50%，但是相比较于电池片、组件等占比仍低，一直有较大进口量，2019年进口量为14.5万吨。

图表 49：我国多晶硅产量快速增长



数据来源：硅业协会，英大证券研究所

图表 50：我国多晶硅进口数量开始下降



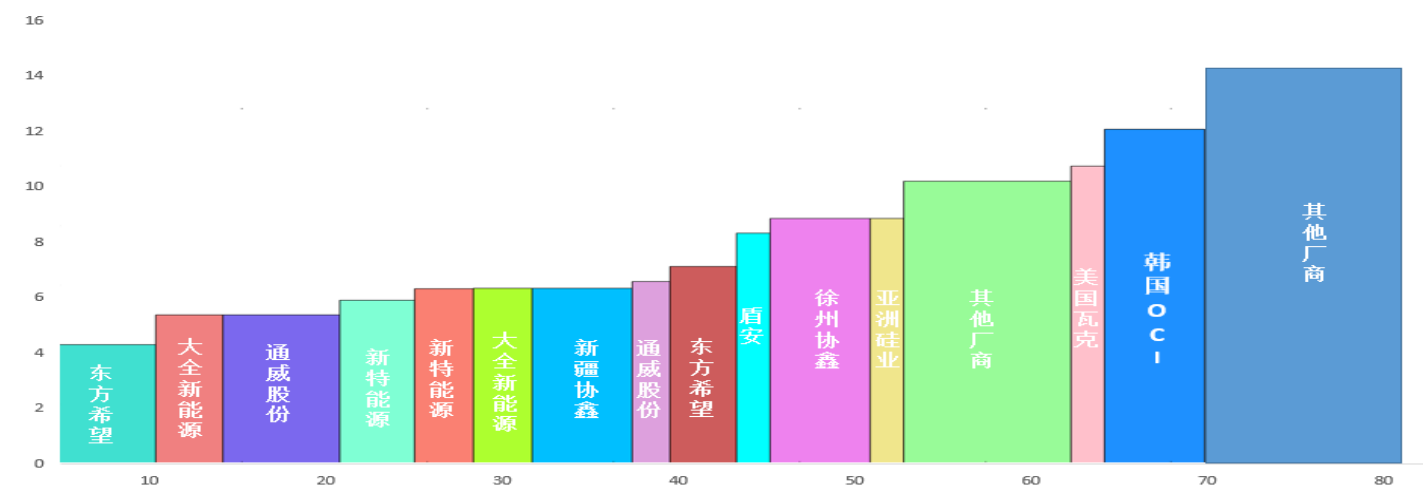
数据来源：WIND，海关总署，英大证券研究所

国产多晶硅市场份额将继续扩大

国内企业通过改良生产技术、在内蒙古、新疆等电价低的区域建厂的方式大幅降低生产成本。目前世界上现金成本低于7美元的多晶硅生产企业都位于中国，有东方希望、大全新能源、通威股份、新特能源等五家企业，2020年产能合计在35万吨左右，全部达产可以占全球70%的份额。海外最大的竞争来自韩国OCI（含马来西亚厂）、美国瓦克，但是这两家的现金成本都在9美元以上。

多晶硅生产环节国内厂商竞争优势明显，我们预计国内企业的市场份额将持续扩大，多晶硅进口量会逐步减少。事实上，OCI和瓦克已有退出部分产能的计划。

图表 51：2020年多晶硅企业的现金成本和产能估测



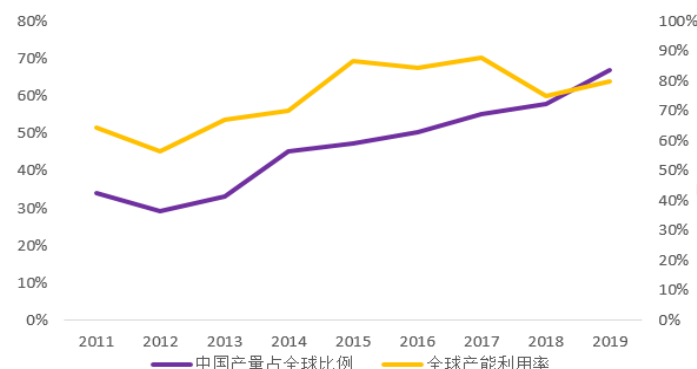
数据来源：BNEF，英大证券研究所

多晶硅价格短期快速反弹

2018年以来，受我国光伏新政影响，行业新增需求不及预期，加之全球硅料环节一直产能过剩，多晶硅价格近两年来持续降价。2018年初多晶硅价格在15美元/kg左右，2019年跌到了8美元，国产低成本产能之外的企业全线亏损。2020年因疫情爆发上半年需求受到抑制，价格最低跌到了6.19美元/kg。

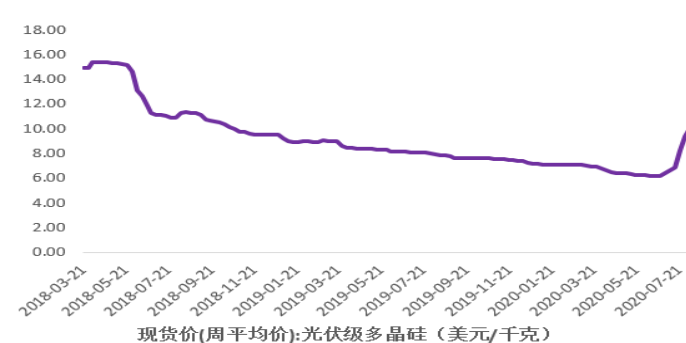
7月份以来，下游单晶硅片对硅料的需求激增，加之韩国OCI、美国瓦克因为疫情部分工厂停产，行业出现了短期的供不应求，太阳能级多晶硅价格从6月份的6.19美元/千克涨到了10.07美元/千克，涨幅62.7%。预计多晶硅供不应求的情况在9月份后会好转。

图表 52：中国多晶硅产业市场份额不断扩大



数据来源：硅业分会,公开资料, 英大证券研究所

图表 53：硅料价格近期快速反弹

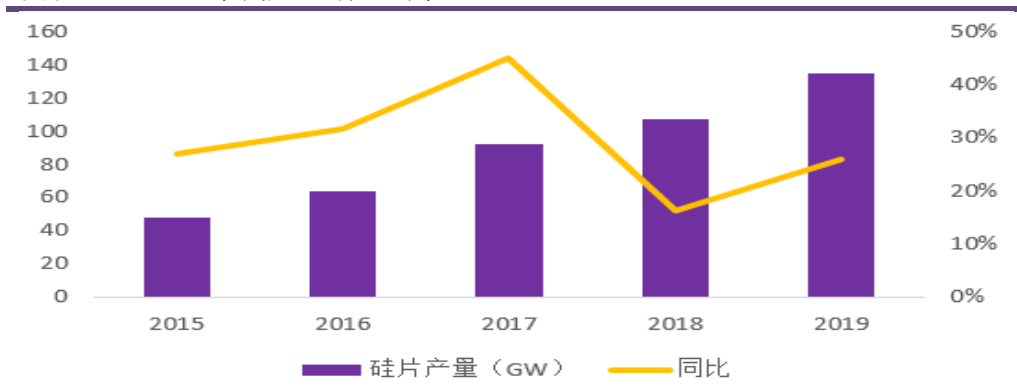


数据来源：WIND, 英大证券研究所

4.3、单晶硅片快速占领市场

硅片为多晶硅的下游工序，分为单晶硅片和多晶硅片两种技术路线。单晶硅片转化效率高于多晶硅片。2015年以前多晶硅片因为成本优势一直占有主要市场份额。中国在硅片市场一直占有很高的市场份额，其中2019年产量134.6GW，全球市场份额高达98%。

图表 54：2019 年我国硅片产量高达 134.6GW



数据来源：SOLARZOOM, 英大证券研究所

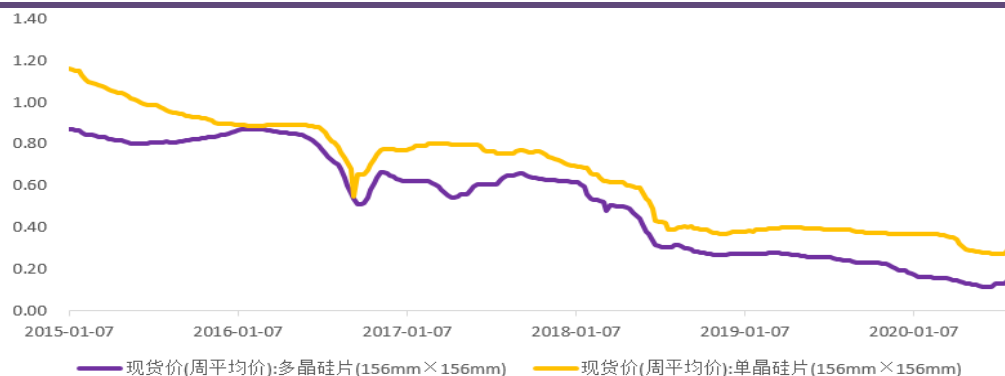
单晶硅片崛起

隆基股份从2015年推动在单晶硅片制作上应用金刚线切割下技术，大大提高了晶片的切割速度，产线单日生产能力大大提高。还能减少了切割过程中的硅料损耗，并且结合电池技术可以在同样的发电功率下使用更薄的硅片，节约用料。单晶硅片的技术进步带来成本的快速下降，也倒逼多晶硅片价格下跌。

2017年后单晶硅片迅速占领市场。中国光伏协会数据显示，2019年国内单晶硅片份额已达到65%，较2020年上升20个百分点。预计2020-2021年，单晶硅片替代多晶硅片的趋势

将会延续。

图表 55：单晶硅片倒逼多晶硅片价格下跌

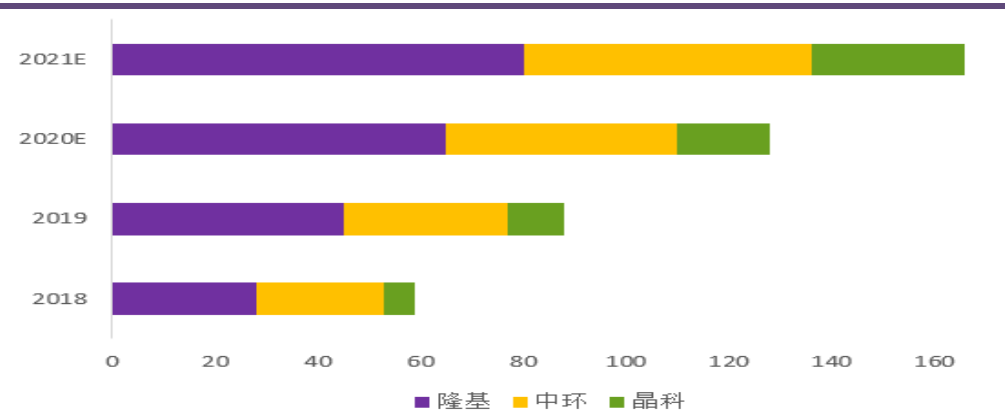


数据来源：WIND，SOLARZOOM，英大证券研究所

晶片产能：巨头高速扩产

隆基股份、中环股份、晶科股份是全球最大的三家单晶硅片厂。自2017年开始，三家厂商快速扩大单晶硅片产量，2019年底国内共形成约88GW单晶硅片产能，按照它们的扩产规划，到2021年三家共会形成160GW左右的名义产能。如果全球装机不能快速增长，可能会压制硅片价格，淘汰高成本产能。

图表 56：隆基、中环等单晶硅片产能快速扩张



数据来源：SOLARZOOM，英大证券研究所

未来方向：薄片化与大尺寸

薄片化与大尺寸是硅片未来两年的发展方向。薄片化有利于降低晶片每瓦耗硅量，从而降低成本。P型单晶双面PERC电池的正在迅速占领电池片市场份额，带动P型单晶硅片厚度下降。另外单晶硅片主要厂商隆基、中环、晶科联合推动硅片朝大尺寸方向发展，大尺寸化有利益降低电池组件的非硅成本，预计未来两年也会迅速普及。

4.4、电池以及组件：PERC为王

将硅片加工为电池片，是实现光电转换最为核心的步骤。此环节是资本和技术双密集

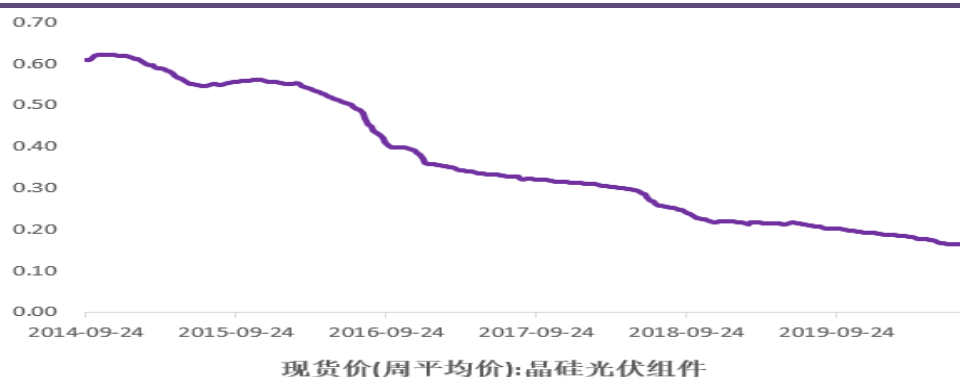
型行业，要求企业及时跟进最新的电池制造技术以提升电池效率。

组件：竞争激烈，价格下跌

组件环节技术含量较低，我国企业开始进入到光伏产业的时候，发展最为迅速的就是组件环节。当前我国组件行业厂商较多，竞争激烈，利润较低。

2020年6月晶硅光伏组件现货价已经跌到了0.16美元/W，相较于2011年1.2美元/瓦下降了87%，而2018年5月31日之前的价格为0.30美元/瓦，两年中光伏组件价格下降了47%。

图表 57：晶硅光伏组件现货价格（美元/瓦）



数据来源：WIND，英大证券研究所

电池片：PERC电池成为主流

2017年以来，以隆基、晶科、通威为代表的国产企业在电池片快速进步。2019年1月隆基实现了PERC电池24.06%的转换效率，新建产线的平均量产转化效率可以达到22.5%。单晶PERC电池成本与常规电池成本相当，但是效率相对于上一代铝背场电池要高出2%以上。

2019年，国内新建产线基本全部采PERC技术。据光伏业协会统计，PERC电池2019年在电池片市场市占率为65%，相较于2018年提高32.5pct。目前除了电池片企业，下游组件企业也开始向电池片环节延伸，建设PERC电池产线。按照主要公司的产能规划，PERC电池产能在2020年会在170GW以上。

图表 58：行业主要公司 PERC 产能及计划产能（GW）

公司	2017	2018	2019	2020E
隆基	1.5	4.6	11.8	20
通威	-	8.5	20	30
晶科	3	4.2	10.6	10.6
爱旭	2.5	5.5	9.3	22
韩华	2.6	8	9	9
天合	2	2	12	13.5
阿特斯	0.5	6.3	9.6	9.6
晶澳	-	7.5	10.2	10.2
东方日升	2	5	8	9
其他	10.2	16.1	28.5	38

合计	24.3	67.6	129	171.9
----	------	------	-----	-------

数据来源：WIND，英大证券研究所

未来：HIT电池可能成为下一个方向

除了PERC外，有机会产业化的高效电池还有TOPCon、HIT、IBC等，目前产业关注最多的是HIT电池，其具有更高的转化效率、更低的制造能耗、更好的稳定性。只是当前生产线设备和耗材还比较高，全球已经有3GW产能，国内汉能、通威等企业已经开始中试和小批量投运。HIT电池有可能成为PERC之后下一代主流光伏电池。

HIT电池早期产能主要以松下、汉能、晋能、为主，规模不大。近年，国内厂商通威、爱康、彩虹、山煤国际等纷纷介入市场。

图表 59：国内 HIT 电池投资建设情况

日期	企业	投资金额	规划产能	已建产能
日期	企业	投资金额	规划产能	已建产能
2017.6	钧石能源	125 亿元	5000	600
2017.7	汉能	39.15 亿元	600	120
2018.5	彩虹集团	35 亿元	2000	-
2018.5	国家电投	1.2 亿元	100	-
2018.5	通威集团		1000	200
2018.6	爱康科技	106 亿元	5000	-
2019.2	晋锐能源	125 亿元	5000	-
2019.3	唐正能源	6 亿元	500	-
2019.7	山煤国际/均石		10000	-

数据来源：硅业协会，公司公告，英大证券研究所

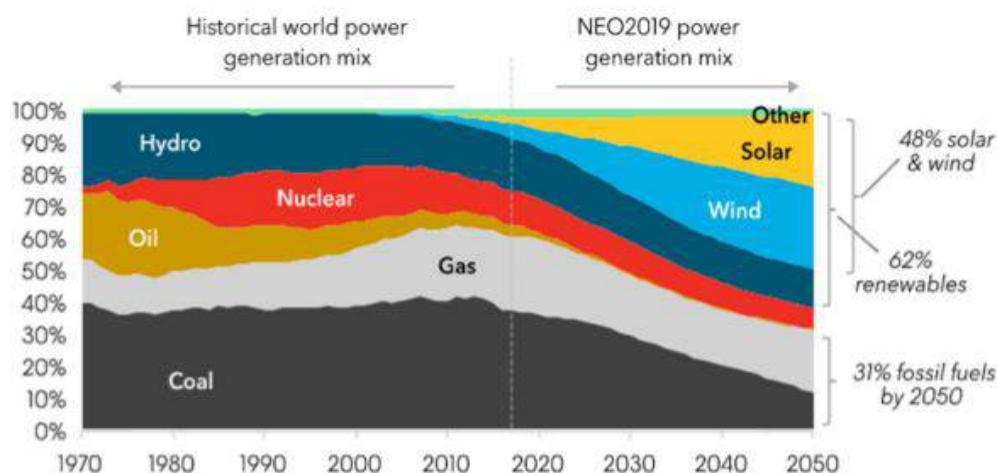
五、行业需求展望

5.1、可再生能源是长期能源供应的最佳选择

用可再生能源替代化石能源是全球各个国家的共识。从化石能源衰竭、温室效应等方面考虑，光伏、风电等可再生能源是未来能源供给的最佳选择。

IEA等机构预测，到2050年，可再生能源发电要占到全球用电量50%。截止2019年全球可再生能源的电力占比不到10%，光伏发电占比只在3%-4%之间。发达国家中德国、意大利的光伏发电占比略高，分别为9.0%、8.6%，美国、英国只有等不到2%。光伏装机长期增长空间巨大。

图表 60: 彭博预测 2050 年风、光将占电力供应的 48%



数据来源: BNEF, 英大证券研究所

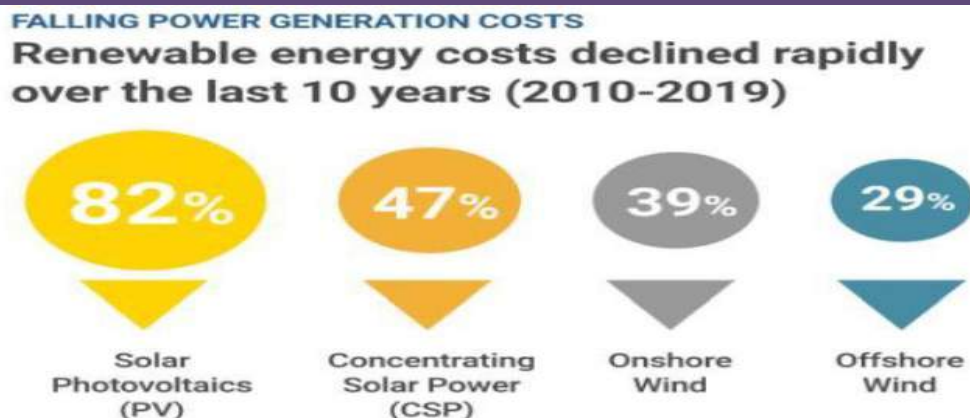
5.2、成本优势决定了光伏发电是最有潜力的未来能源之一

BNEF在2019年的《新能源市场长期展望》(New Energy Outlook2019, NEO)表示, 在全球大约三分之二的地区, 风电或太阳能已经是最低价的新建电源。

过去十年间, 光伏是电度成本下降最大发电能源, 下降80%, 而光伏电度成本仍有下降空间。今年伴随着产业链价格的下跌, 中国光伏平均电度成本大概下降到了4元/W左右。如果未来两年电度成本继续下降20-30%, 那么在全国80%以上的区域, 按照当地燃煤电价上网, 光伏运营企业仍可以获得8%以上的IRR。

按照当前光伏产业的发展规律和已有的技术降本路线, 2030年之前世界多数国家都可以实现平价上网, 届时光伏装机容量大小将由电网的消纳能力来决定。

图表 61: 光伏发电成本十年下降 82%



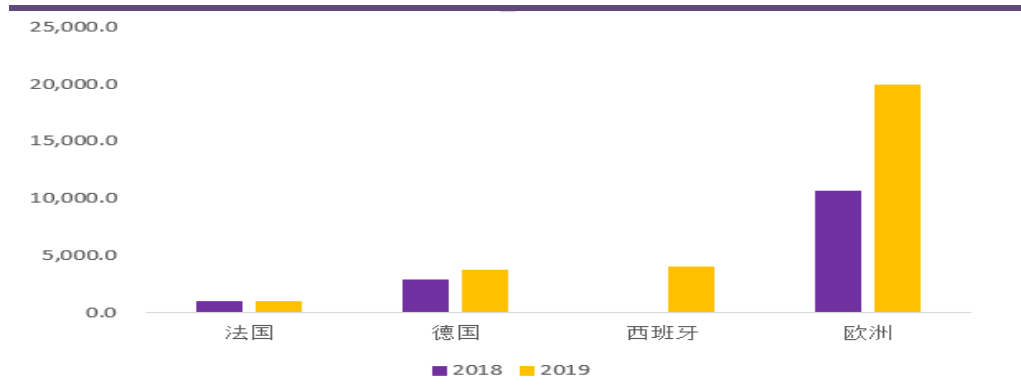
数据来源: IRENA, 英大证券研究所

5.3、海外需求旺盛, 疫情后将恢复增长

2019年, 由于中国需求下降以及金刚切线和PERC技术大规模应用带来的成本下降,

光伏电池组件价格大跌。对于欧洲等电价成本比较高的地区，光伏发电已经有了很强的竞争力。来自中国的低组件成本刺激了欧洲需求，2019年欧洲装机大增88%，实现了20GW的装机量，为2012年以来最高，其中德国同比增加31%，荷兰同比增加9768%。

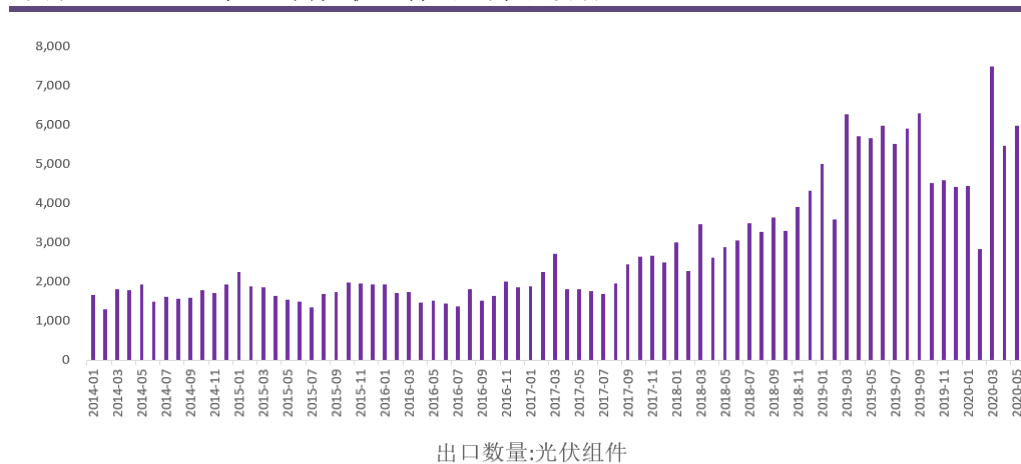
图表 62：2019 年欧洲光伏装机高速增长（MW）



数据来源：BP，英大证券研究所

2020年1-5月我国对外出口光伏组件26.19GW，同比基本持平。受疫情影响1-2月出口量分别同比下降 11.3%、21.4%，3月同比增长19.5%，5月同比增长 5.5%。考虑到疫情因素，推断海外潜在需求依然旺盛。

图表 63：2020 年 1-5 月光伏组件出口好于预期（MW）



数据来源：WIND，海关总署，英大证券研究所

欧洲在2018年取消了MIP政策，电站开发企业可以以正常价格从中国买到光伏产品，随着成本的下降，欧洲部分国家已经可以实现平价上网，未来欧洲需求将由市场化竞争来决定，如果光伏成本持续下降，欧洲市场将会迎来新的增长。

图表 64：欧盟国家光伏发展目标

	可再生能源发展目标	光伏市场发展目标
欧盟	2020 年发电占比 20%；2030 年发电占比 32%	
德国	2030 年发电占比 65%	2020 年装机 51.75GW， 2030 年 98GW
意大利	2030 消费占比 30%	2030 发电 74TWh；装机 50G
法国	2028 年装机较 2018 年翻四 番	2028 年预计装机 35.6-44.5GW
西班牙	2030 年发电占比 74%；装机 120GW；2050 年 100%	2020 装机达 8.409GW；2050 年 50-60GW
荷兰		2035 装机 20GW
乌克兰		2020 装机 2.3GW

数据来源：公开资料，欧盟网站，英大证券研究所

美国ITC政策退坡，会一定程度刺激装机增长。美国2017-2019年ITC投资税减免额度为30%，2020年将下降至26%，2021年进一步降至22%。ITC投资税减免比例退坡将刺激部分光伏项目在2021年前开工建设，带动装机增长。

其他国家:2014年印度公布太阳能振兴计划，到2022年实现可再生能源装机量175GW，其中光伏100GW，2018年提高可再生能源装机目标到100GW，但是截止2019年底只完成了35GW，未来三年增量可期。值得注意的是印度为保护本土产业，当前对中国光伏产品征收了额外关税，关税政策2020年到期，未来还是有继续征税的风险。

在光伏电价接近平价后，南美、东南亚、澳大利亚、中东等地区的装机意愿会有所提升，尤其是光照条件好，装机量还不大的地区在未来都有潜力成为新的装机增长点。

5.4、2020年国内装机有望达到40GW

新增消纳空间48.5GW：根据全国新能源消纳监测预警中心信息，2020年国家电网公司经营区域新增光伏发电消纳能力39.05GW，南方电网和内蒙古电力公司所经营区域分别新增光伏发电消纳能力7.4GW、2GW，全国合计新增光伏发电消纳能力48.45GW。

平价项目申报超预期：今年共有 21个省（自治区、直辖市）和新疆生产建设兵团上报平价光伏项目33.05GW，已全部落实电网接网消纳意见，光伏项目规模同比增124%，整体规模超出预期。光伏发电项目均应于2020年底前核准（备案）并开工，2021年底前并网。

2020年竞价项目总量25.97GW：2020年6月28日，国家能源局发布《关于公布2020 年光伏发电项目国家补贴竞价结果的通知》，纳入2020年竞价补贴的光伏发电项目总装机容量为 25.97GW，其中普通光伏电站25.63GW，工商业分布式0.34GW，项目加权平均度电补贴强度约为0.033元/kWh，同比下降50%，补贴下降幅度超预期，若2020 年底前逾期未全容量建成并网，每逾期一个季度补贴降低0.01元/千瓦时；逾期两个季度仍未建成并网则取消项目补贴资格。考率到2020年补贴较少，预计竞价50%以上项目会在2020年并网。

2019年结转到2020年的平价项目预计在8GW左右：国家发改委、国家能源局发布《关于公布2019年第一批风电、光伏发电平价上网项目的通知》，其中光伏发电项目总量14.78GW。其中4.5GW明确给出预计于2019年并网，大部分项目的预计并网时间为2020年内，保守预测2020年结转过来的平价项目为7-8GW。

户用光伏装机量有望达6-8GW：2020年4月，国家发改委规定2020年户用分布式光伏补贴标准调整为0.08元/kWh。根据前期国家能源局《2020年光伏发电项目建设方案》，户用分布式光伏补贴总额为5亿元，就此计算，2020年补贴总额可容纳户用光伏项目6GW，预计2020年户用光伏装机量有望达到6-8GW。

考虑到今年户用光伏装机6-8GW，竞价项目预计并网13-16GW，平价项目5-8GW、领跑者奖励指标1.5GW、特高压配套项目与示范项目5GW，估算2019年结转的竞价项目7-8GW。那么，2020年国内合计装机并网量区间为37.5-46.5GW，有望超过40GW，同比增长超过30%。

六、行业投资策略

1、今年国外装机量可能因为疫情原因不及预期，但是长期看产业链成本下降将带来高电价地区的需求增长。欧洲、印度有望在疫情好转后贡献装机增量。

由于光伏发电成本快速接近传统能源成本，过去没有规划新能源扶持计划国家可能加入到光伏建设的过程中，行业潜在需求极大。

2、国内今年装机可能达到40GW，上半年受疫情影响建设规模相对较小，预计下半年光伏建设将加速。

3、产业链方面，当前单晶硅片和PERC电池方面的龙头企业未来两年将持续受益产品渗透率的提高。建议关注隆基股份、通威股份等龙头企业。

另一方面，国内PERC电池规划产能过多，如果行业需求不及预期，成本高的企业将会面临较大风险。7月以来，多晶硅料和单晶硅片价格大幅反弹，但是下游电池片反应比较迟缓，可能与电池竞争较为激烈有关。

4、储能在未来光伏、风电发展中将起到至关重要的作用，建议关注。

消纳问题未来可能成为影响行业装机的核心问题，电网适配能力的提高、储能配套建设的建设随着新能源发电占比的提高越发重要。

5、电站运营商将受益于低利率环境和低弃光率，建议关注。

风险提示及免责条款

股市有风险，投资需谨慎。本报告不构成个人投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见、观点或结论是否符合其特定状况。据此投资，责任自负。

本报告中所依据的信息、资料及数据均来源于公开可获得渠道，英大证券研究所力求其准确可靠，但对其准确性及完整性不做任何保证。客户应保持谨慎的态度在核实后使用，并独立作出投资决策。

本报告为英大证券有限责任公司所有。未经本公司授权或同意，任何机构、个人不得以任何形式将本报告全部或部分刊载、转载、转发，或向其他人分发。如因此产生问题，由转发者承担相应责任。本公司保留相关责任追究的权利。

请客户注意甄别、慎重使用媒体上刊载的本公司的证券研究报告，在充分咨询本公司有关证券分析师、投资顾问或其他服务人员意见后，正确使用公司的研究报告。

根据中国证监会下发的《关于核准英大证券有限责任公司资产管理和证券投资咨询业务资格的批复》（证监许可[2009]1189号），英大证券有限责任公司具有证券投资咨询业务资格。
